



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
Intensificación: ELECTRICIDAD  
Alumno/a: ALBERTO TOMÁS BESADA PEÑA  
Director/a/s: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

Cartagena, 24 de abril de 2012

## 1. MEMORIA

1.1 Objeto del proyecto.....	1
1.2 Titulares de la instalación: al inicio y al final.....	2
1.3 Usuarios de la instalación.....	2
1.4 Emplazamiento de la instalación.....	2
1.5 Legislación y normativa aplicable.....	2
1.6 Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.....	4
1.6.1 Red de Baja Tensión.....	4
1.6.2 Red de Media Tensión.....	4
1.6.2.1 Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.....	5
1.6.3. Centros de Transformación.....	5
1.6.3.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	5
1.7. Plazo de ejecución de las instalaciones.....	6
1.8. Descripción de las instalaciones.....	6
1.8.1 Red de Baja Tensión.....	6
1.8.1.1. Trazado.....	7
1.8.1.1.1. Longitud.....	8
1.8.1.1.2. Inicio y final de la línea.....	8
1.8.1.1.3. Cruzamientos, paralelismos, etc.....	8
1.8.1.1.4. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	10
1.8.1.2. Puesta a Tierra y continuidad del neutro.....	10
1.8.2. Red de Media Tensión.....	11
1.8.2.1. Trazado.....	11
1.8.2.1.1. Puntos de entronque y final de línea.....	11
1.8.2.1.2. Longitud.....	11
1.8.2.1.3. Términos municipales afectados.....	11
1.8.2.1.4. Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.....	11
1.8.2.1.5. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	13
1.8.2.2. Materiales.....	14
1.8.2.2.1. Conductores.....	14
1.8.2.2.2. Aislamientos.....	14
1.8.2.2.3. Accesorios.....	15
1.8.2.2.4. Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.....	15
1.8.2.3. Zanjas y sistema de enterramiento.....	15
1.8.2.3.1. Medidas de señalización y seguridad.....	16
1.8.2.4. Puesta a Tierra.....	16
1.8.3. Centros de Transformación.....	16
1.8.3.1. Generalidades.....	16
1.8.3.1.1. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20.....	17
1.8.3.1.1.1. Características de los materiales.....	17
1.8.3.1.1.2. Características detalladas PFU-5/20.....	19
1.8.3.1.1.3. Instalación Eléctrica.....	19
1.8.3.1.1.4. Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	19
1.8.3.1.1.5. Características Descriptivas de la aparamenta MT y Transformadores.....	21
1.8.3.1.1.6. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	24
1.8.3.1.1.7. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	25
1.8.3.1.1.8. Medida de la energía eléctrica.....	26
1.8.3.1.1.9. Unidades de protección, automatismo y control.....	26
1.8.3.1.1.10. Puesta a Tierra.....	26
1.8.3.1.1.11. Instalaciones secundarias.....	26
1.8.3.1.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK.....	28
1.8.3.1.2.1 Características de los Materiales.....	28
1.8.3.1.2.2. Instalación eléctrica.....	29
1.8.3.1.2.3. Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	30
1.8.3.1.2.4. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.....	32
1.8.3.1.2.5. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	33
1.8.3.1.2.6. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	34
1.8.3.1.2.7. Medida de la energía eléctrica.....	35
1.8.3.1.2.8. Unidades de protección, automatismo y control.....	35
1.8.3.1.2.9. Puesta a Tierra.....	35
1.8.3.1.2.10. Instalaciones secundarias.....	35

## 2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

<b>2.1. RED DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>38</b>
2.1.1. Cálculos eléctricos	38
2.1.1.1. Previsión de Potencia	39
2.1.1.1.1 POTENCIAS CONECTADAS EN CT1 - ANILLO 1	45
2.1.1.1.1.1 Determinación del punto de mínima tensión	45
2.1.1.1.1.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT1	46
2.1.1.1.1.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT1	48
2.1.1.1.1.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1	50
2.1.1.1.1.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT1	51
2.1.1.1.1.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	53
2.1.1.1.2 POTENCIAS CONECTADAS EN CT1 - ANILLO 2	56
2.1.1.1.2.1 Determinación del punto de mínima tensión	56
2.1.1.1.2.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT1	57
2.1.1.1.2.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT1	59
2.1.1.1.2.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1	61
2.1.1.1.2.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT1	62
2.1.1.1.2.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	64
2.1.1.1.3 POTENCIAS CONECTADAS EN CT2 - ANILLO 1	67
2.1.1.1.3.1 Determinación del punto de mínima tensión	67
2.1.1.1.3.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2	68
2.1.1.1.3.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT2	70
2.1.1.1.3.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2	72
2.1.1.1.3.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT2	74
2.1.1.1.3.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	76
2.1.1.1.4 POTENCIAS CONECTADAS EN CT2 - ANILLO 2	79
2.1.1.1.4.1 Determinación del punto de mínima tensión	79
2.1.1.1.4.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2	80
2.1.1.1.4.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT2	82
2.1.1.1.4.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2	84
2.1.1.1.4.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT2	85
2.1.1.1.4.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	88
2.1.1.1.5 POTENCIAS CONECTADAS EN CT3 - ANILLO 1	90
2.1.1.1.5.1 Determinación del punto de mínima tensión	90
2.1.1.1.5.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT3	92
2.1.1.1.5.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT3	94
2.1.1.1.5.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3	96
2.1.1.1.5.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT3	97
2.1.1.1.5.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	99
2.1.1.1.6 POTENCIAS CONECTADAS EN CT3 - ANILLO 2	102
2.1.1.1.6.1 Determinación del punto de mínima tensión	102
2.1.1.1.6.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT3	103
2.1.1.1.6.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT3	105
2.1.1.1.6.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3	107
2.1.1.1.6.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT3	108
2.1.1.1.6.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	110
2.1.1.1.7 POTENCIAS CONECTADAS EN CT4 - ANILLO 1	113
2.1.1.1.7.1 Determinación del punto de mínima tensión	113
2.1.1.1.7.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT4	114
2.1.1.1.7.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT4	116
2.1.1.1.7.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4	118
2.1.1.1.7.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT4	119
2.1.1.1.7.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2	121

2.1.1.1.8 POTENCIAS CONECTADAS EN CT4 - ANILLO 2.....	124
2.1.1.1.8.1 Determinación del punto de mínima tensión .....	124
2.1.1.1.8.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT4 .....	125
2.1.1.1.8.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT4.....	127
2.1.1.1.8.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4.....	129
2.1.1.1.8.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT4.....	130
2.1.1.1.8.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.....	133
2.1.1.1.9 POTENCIAS CONECTADAS EN CR - ANILLO 1.....	136
2.1.1.1.9.1 Determinación del punto de mínima tensión .....	136
2.1.1.1.9.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CR .....	137
2.1.1.1.9.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CR.....	139
2.1.1.1.9.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CR.....	141
2.1.1.1.9.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CR.....	141
2.1.1.1.9.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.....	144
2.1.1.1.10 POTENCIAS CONECTADAS EN CR - ANILLO 2.....	146
2.1.1.1.10.1 Determinación del punto de mínima tensión .....	146
2.1.1.1.10.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CR.....	147
2.1.1.1.10.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CR.....	149
2.1.1.1.10.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CR.....	151
2.1.1.1.10.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CR.....	153
2.1.1.1.10.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.....	155
2.1.2. Tabla resumen cálculos eléctricos.	

## 2.2 RED DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1 LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO.....160

2.2.1.1 Criterios para la determinación de la sección.....	160
2.2.1.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible.....	161
2.2.1.1.2 Criterio de caída de tensión.....	162
2.2.1.1.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores.....	163
2.2.1.1.4 Otras características eléctricas.....	165
2.2.1.1.4.1 Capacidad de transporte de la línea.....	165
2.2.1.1.4.2 Potencia máxima de transporte.....	165
2.2.1.1.4.3 Intensidad de cortocircuito admisible en las pantallas.....	165
2.2.1.2 Tablas resultado de cálculos.....	166

### 2.2.2 LSMT CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO.....167

2.2.2.1 Criterios para la determinación de la sección.....	167
2.2.2.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible.....	167
2.2.2.1.2 Criterio de caída de tensión.....	169
2.2.2.1.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores.....	170
2.2.2.2 Otras características eléctricas.....	172
2.2.2.2.1 Capacidad de transporte de la línea.....	172
2.2.2.2.2 Potencia máxima de transporte.....	172
2.2.2.2.3 Intensidad de cortocircuito admisible en las pantallas.....	172
2.2.2.3. Tablas resultado de cálculos.....	173

### 2.2.3 CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN.....174

2.2.3.1 Criterios para la determinación de la sección.....	174
2.2.3.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible.....	174
2.2.3.1.2 Criterio de Caída de Tensión.....	177
2.2.3.1.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores.....	185
2.2.3.2 Otras características eléctricas.....	187
2.2.3.2.1 Capacidad de transporte de la línea.....	187
2.2.3.2.2 Potencia máxima de transporte por tramos.....	187
2.2.3.2.3 Potencia máxima de transporte TOTAL.....	187
2.2.3.3 Tablas resultado de cálculos.....	188



## 2.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR)

2.3.1.1 Intensidad de Media Tensión.....	189
2.3.1.2 Intensidad de Baja Tensión .....	189
2.3.1.3 Cortocircuitos .....	190
2.3.1.3.1 Observaciones.....	190
2.3.1.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	190
2.3.1.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	191
2.3.1.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	191
2.3.1.4 Selección de fusibles de media y baja tensión.....	191
2.3.1.5 Dimensionado del embarrado .....	192
2.3.1.5.1 Comprobación por densidad de corriente .....	192
2.3.1.5.2 Comprobación por solicitación electrodinámica .....	192
2.3.1.5.3 Comprobación por solicitación térmica .....	192
2.3.1.6 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	192
2.3.1.7 Dimensionado de los puentes de MT.....	193
2.3.1.8 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación. ....	194
2.3.1.9 Dimensionado del pozo apagafuegos.....	194
2.3.1.10 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	194
2.3.1.10.1 Investigación de las características del suelo.....	194
2.3.1.10.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	195
2.3.1.10.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	195
2.3.1.10.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	197
2.3.1.10.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	197
2.3.1.10.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	198
2.3.1.10.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.....	198
2.3.1.10.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	200
2.3.1.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial.....	201

### 2.3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOK – 24

2.3.2.1 Intensidad de Media Tensión.....	202
2.3.2.2 Intensidad de Baja Tensión .....	202
2.3.2.3 Cortocircuitos.....	203
2.3.2.3.1 Observaciones.....	203
2.3.2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	203
2.3.2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	204
2.3.2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	204
2.3.2.4 Dimensionado del embarrado.....	204
2.3.2.4.1 Comprobación por densidad de corriente .....	205
2.3.2.4.2 Comprobación por solicitación electrodinámica.....	205
2.3.2.4.3 Comprobación por solicitación térmica .....	205
2.3.2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	205
2.3.2.6 Dimensionado de los puentes de MT.....	206
2.3.2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	207
2.3.2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos .....	207
2.3.2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	207
2.3.2.9.1 Investigación de las características del suelo .....	207
2.3.2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	207
2.3.2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	208
2.3.2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	208
2.3.2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	211
2.3.2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación .....	212
2.3.2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas .....	213
2.3.2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	215
2.3.2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial .....	216

### 3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

#### 3.1 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

3.1.1 OBJETO. ....	218
3.1.2 CAMPO DE APLICACIÓN.....	218
3.1.3 NORMATIVA APLICABLE. ....	219
3.1.3.1 NORMAS OFICIALES. ....	219
3.1.3.2 NORMAS IBERDROLA. ....	220
3.1.4 METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO. ....	220
3.1.4.1. ASPECTOS GENERALES. ....	220
3.1.4.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ....	220
3.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS. ....	220
3.1.4.4. PROTECCIONES. ....	221
3.1.4.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA. ....	222
3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ....	223
3.1.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ....	223
3.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL. ....	225
3.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO. ....	227
3.1.5.3.1 Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas. ....	227
3.1.5.3.2 Relleno de tierras.....	228
3.1.5.3.3 Encofrados.....	228
3.1.5.3.4 Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.....	229
3.1.5.3.5 Trabajos de manipulación del hormigón.....	229
3.1.5.3.6 Instalación eléctrica provisional de obra. ....	230
3.1.5.4 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJATENSION.....	232
3.1.5.4.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES. ....	232
3.1.5.4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.....	234
3.1.5.4.3 CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.....	235
3.1.5.4.4 TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS. ....	236
3.1.5.4.5 RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.....	236
3.1.6. CONCLUSIÓN. ....	238
3.1.7 ANEXOS.....	239
ANEXO 1 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.....	239
ANEXO 2 LÍNEAS SUETERRÁNEAS.....	240
ANEXO 3 INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN. ....	242
ANEXO 4 INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICASSUBTERRÁNEAS.....	243
ANEXO 5 TRABAJOS EN TENSIÓN.....	245

#### 3.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.

3.2.1 OBJETO. ....	253
3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. ....	253
3.2.2.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ....	253
3.2.2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE. ....	253
3.2.2.3 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS. ....	253
3.2.2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS. ....	254
3.2.3 MEMORIA. ....	254
3.2.3.1 OBRA CIVIL. ....	254
3.2.3.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES. ....	254
3.2.3.1.2 ESTRUCTURA. ....	256
3.2.3.1.3 CERRAMIENTOS. ....	257
3.2.3.1.4 ALBAÑILERÍA. ....	257
3.2.3.2 MONTAJE. ....	258
3.2.3.2.1 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS. ....	258
3.2.3.2.2 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T. ....	258
3.2.3.2.3 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN. ....	259
3.2.4 ASPECTOS GENERALES. ....	260

3.2.4.1 BOTIQUÍN DE OBRA. ....	260
3.2.5 NORMATIVA APLICABLE. ....	260
3.2.5.1 NORMAS OFICIALES. ....	260
3.2.6 ANEXOS.....	261
ANEXO 1 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.....	261
ANEXO 2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	262
ANEXO 2 BIS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	264
ANEXO 3 SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN. ....	266
ANEXO 4 TRABAJOS EN TENSIÓN.....	268

#### 4 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (SEGÚN OMAM/304/2002) .....	277
4.1.1 Generalidades. ....	277
4.1.2 Definiciones.....	278
4.1.3 Clasificación y descripción de los residuos.....	279
4.1.3.1 RCDs de Nivel I.....	279
4.1.3.2 RCDs de Nivel II.....	279
4.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	281
4.2.1 Prevención en Tareas de Derribo.....	281
4.2.2 Prevención en la Adquisición de Materiales.....	281
4.2.3 Prevención en la Puesta en Obra.....	281
4.2.4 Prevención en el Almacenamiento en Obra.....	281
4.3 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION.....	282
4.3.1 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos. ....	282
4.3.2 Madera. Vidrio y plástico.....	282
4.3.3 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados .....	282
4.3.4 Metales (incluidas sus aleaciones) .....	283
4.3.5 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje .....	283
4.3.6 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto .....	283
4.3.7 Materiales de construcción a partir del yeso .....	283
4.3.8 Otros residuos de construcción y demolición.....	284
4.4 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION. ....	285
4.5 Estimación de la cantidad de RCD´s.....	286
4.6 Estimación del coste de tratamiento de los RCD´s.....	288
4.7 Medidas para la Separación en Obra.....	289
4.8 Medidas de segregación "in situ". ....	290
4.9 Prevención de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos. ....	290
4.10 Operaciones de valorización "in situ". ....	290
4.11 Destino previsto para los residuos. ....	290
4.12. Pictogramas de Peligro.....	292

#### 5. PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1. Condiciones generales. ....	297
5.1.1 Alcance. ....	294
5.1.2 Reglamentos y normas. ....	294
5.1.3 Disposiciones generales. ....	294
5.1.4 Ejecución de las obras. ....	294
5.1.4.1 Comienzo. ....	294
5.1.4.2 Ejecución. ....	295
5.1.4.3 Libro de órdenes. ....	295
5.1.5 Interpretación y desarrollo del proyecto. ....	295
5.1.6 Obras complementarias. ....	295
5.1.7 Modificaciones. ....	296
5.1.8 Obra defectuosa. ....	296
5.1.9 Medios auxiliares. ....	296
5.1.10 Conservación de obras. ....	296
5.1.11 Recepción de las obras. ....	296
5.1.11.1 Recepción provisional. ....	296
5.1.11.2 Plazo de garantía. ....	297
5.1.11.3 Recepción definitiva. ....	297

5.1.12	Contratación de la empresa. ....	297
5.1.12.1	Modo de contratación. ....	297
5.1.12.2	Presentación. ....	297
5.1.12.3	Selección. ....	297
5.1.13	Fianza. ....	297
5.1.14	Condiciones económicas. ....	298
5.1.14.1	Abono de la obra. ....	298
5.1.14.2	Precios. ....	298
5.1.14.3	Revisión de precios. ....	298
5.1.14.4	Penalizaciones. ....	298
5.1.14.5	Contrato. ....	298
5.1.14.6	Responsabilidades. ....	299
5.1.14.7	Rescisión del contrato. ....	299
5.1.14.8	Liquidación. ....	299
5.1.15	Condiciones facultativas. ....	300
5.1.15.1	Personal. ....	300
<b>5.2.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN. ....</b>	<b>301</b>
5.2.1	Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución. ....	301
5.2.1.1	Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones. ....	301
5.2.1.1.1	Tendido de los cables. ....	303
5.2.1.1.2	Protección mecánica y de sobreintensidad. ....	304
5.2.1.1.3	Señalización. ....	305
5.2.1.1.4	Empalmes y terminales. ....	305
5.2.1.1.5	Cajas generales de protección (CGP). ....	306
5.2.1.1.6	Cajas generales de protección y medida (CPM). ....	307
5.2.1.1.7	Armarios de distribución. ....	308
5.2.1.2	Accesorios. ....	309
5.2.1.3	Medidas eléctricas. ....	309
5.2.1.4	Obra civil. ....	309
5.2.1.5	Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado. ....	309
5.2.2	Normas generales para la ejecución de las instalaciones. ....	311
5.2.3	Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra. ....	312
5.2.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. ....	313
5.2.5	Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control. ....	313
<b>5.3.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN. ....</b>	<b>314</b>
5.3.1	Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución. ....	314
5.3.1.1	Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones. ....	314
5.3.1.1.1	Tendido de los cables. ....	316
5.3.1.1.1.1	Manejo y preparación de bobinas. ....	316
5.3.1.1.1.2	Tendido de cables en zanja. ....	316
5.3.1.1.1.3	Tendido de los cables en tubulares. ....	316
5.3.1.1.2	Empalmes. ....	319
5.3.1.1.3	Terminales. ....	319
5.3.1.1.4	Transporte de bobinas de cables. ....	319
5.3.1.2	Accesorios. ....	319
5.3.1.3	Obra civil. ....	320
5.3.1.4	Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado. ....	320
5.3.2.	Normas generales para la ejecución de las instalaciones. ....	322
<b>5.4</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. ....</b>	<b>324</b>
5.4.1	Calidades de los materiales. ....	324
5.4.1.1	Obra civil. ....	324
5.4.1.2	Aparamenta de Media Tensión. ....	324
5.4.1.3	Transformadores. ....	325
5.4.1.4	Equipos de medida. ....	325
5.4.2	Normas de ejecución de las instalaciones. ....	326

5.4.3 Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra. ....	326
5.4.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. ....	326
5.4.5 Certificados y documentación. ....	327
5.4.6 Libro de órdenes. ....	327

## **5.5 PLIEGO DE CONDICIONES ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

5.5.1 Legislación y normas aplicables .....	328
5.5.2 Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra .....	332
5.5.3 Servicios de prevención .....	333
5.5.4 Instalaciones y servicios de higiene y bienestar de los trabajadores .....	334
5.5.5 Condiciones a cumplir por los equipos de protección personal .....	335
5.5.6 Condiciones de las protecciones colectivas .....	336

## **5.6 PLIEGO DE CONDICIONES PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

5.6.1 Obligaciones Agentes Intervinientes.....	339
5.6.2 Gestión de Residuos.....	340
5.6.3 Derribo y Demolición. ....	340
5.6.4 Separación.....	341
5.6.5 Documentación.....	342
5.6.6 Normativa.....	343

## **6. PRESUPUESTO**

6.1 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN.....	345
6.1.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	345
6.1.2 PRESUPUESTO TOTAL.....	348
6.2 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN. ....	349
6.2.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	349
6.2.2 PRESUPUESTO TOTAL.....	351
6.3 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20.....	352
6.3.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	352
6.3.2 PRESUPUESTO TOTAL. ....	358
6.4 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO MINIBLOCK.....	359
6.4.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	359
6.4.2. PRESUPUESTO TOTAL.....	363
6.5 PRESUPUESTO ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	364
6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	364
6.5.2 PRESUPUESTO TOTAL. ....	369
6.6 PRESUPUESTO ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS.....	370
6.6.1. PRESUPUESTO UNITARIO.....	370
6.6.2. PRESUPUESTO TOTAL.....	371
<b>6.6.3. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>372</b>

**7. PLANOS.....374**

1 EMPLAZAMIENTO	
2 SITUACIÓN 1	
3 SITUACIÓN 2	
4 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1	
5 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2	
6 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3	
7 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4	
8 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CR	
9 LINEA MEDIA TENSION - ACOMETIDA/CENTRO DE REPARTO	
10 LINEA MEDIA TENSION - CENTRO DE REPARTO/CENTRO DE ABONADO	
11 ANILLO MEDIA TENSION	
12 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1	
13 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2	
14 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3	
15 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4	
16 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CR	
17 ZANJAS - ACOMETIDA/CENTRO DE REPARTO	
18 ZANJAS - CENTRO DE REPARTO /CENTRO DE ABONADO	
19 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (I)	
20 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (II)	
21 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (III)	
22 DIMENSIONES PFU-5/20	
23 ESQUEMA UNIFILAR PFU-5/20	
24 DIMENSIONES MINIBLOK	
25 ESQUEMA UNIFILAR MINIBLOK	
26 PUESTAS A TIERRA PFU-5/20 - MINIBLOK	

**8. ANEXOS.....375**

ANEXO 1 CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSION XZ1(S) 0,6/1 KV AL.....	376
ANEXO 2 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP) .....	389
ANEXO 3 CAJAS GENERALES DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM) ARMARIOS DE DISTRIBUCION. ....	413
ANEXO 4 CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS (MONTAJE) LINEAS SUBTERRANEAS DE BAJA TENSION - CONSTRUCCIÓN.....	435
ANEXO 5 CABLE SUBTERRANEO DE MEDIA TENSION - HEPRZ1 Al H-16, tensión 12/20 kV .....	453
ANEXO 6 GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS AT Y BT CANALIZACIÓN Y TENDIDO MECANIZADO EN ZONA URBANA .....	487
ANEXO 7 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO PFU Y MINIBLOK.....	523

**MEMORIA**

## **1. MEMORIA**

### **1.1. Objeto del proyecto**

Se redacta en el presente proyecto el cálculo y diseño de la red de Baja Tensión, para la alimentación de las distintas cargas que se encuentran distribuidas en el polígono residencial. La red de Baja Tensión incluye todos los elementos que se encuentran a la salida del secundario del transformador, con los fusibles de protección de las líneas y sus respectivas cajas generales de protección según el tipo de abonado o abonados a quienes esté destinado el consumo.

Por otra parte también se realizará el cálculo y diseño de la línea de Media Tensión que se deriva de la red de distribución de 20 KV. Disponemos de un punto de acometida (alimentado hipotéticamente desde una subestación transformadora o un entronque aéreo subterráneo), desde el cual se trazará un anillo de media tensión a 20 KV para distribuir la energía eléctrica a los distintos centros de transformación del anillo. Asimismo se trazará una línea en media de tensión para dar servicio, a través de un centro de reparto ubicado en el interior de nuestra urbanización, a un centro de transformación tipo abonado situado a las afueras del recinto objeto del estudio.

Además de lo proyectado anteriormente se definirán las características de los Centros de Transformación destinados al suministro de energía eléctrica, así como la justificación y valoración de los materiales empleados en los mismos, se utilizarán dos tipos de Centros de Transformación, los PFU y los MINIBLOK.

Tras calcular y justificar lo antes descrito se pasara a desarrollar los siguientes estudios específicos:

Estudio básico de seguridad y salud, que deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma. Contemplará también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Plan de Gestión de residuos: Donde se establecen los requisitos mínimos de su producción y gestión, con objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación de tal forma que no se permitirá el depósito en vertedero de residuos que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento. Se analizan los residuos de construcción y demolición que se producirán en la obra y se crea una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto.



## **1.2. Titulares de la instalación: al inicio y al final**

Al inicio el titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena con dirección Campus Muralla del Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina. C/ Dr. Fleming S/N. E-30202. Cartagena., más adelante ésta será traspasada a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.

## **1.3. Usuarios de la instalación**

Los distintos usuarios de la instalación serán las personas físicas que se encuentren viviendo en el polígono residencial tanto en viviendas unifamiliares y edificios, como el mismo ayuntamiento de Cartagena el cual dispone de una parcela en la que se tiene previsto construir un equipamiento social y educativo.

## **1.4. Emplazamiento de la instalación**

El polígono residencial está ubicado en la zona Noroeste del barrio de Los Dolores perteneciente término municipal de Cartagena y queda limitado:

- Por el Norte con el Polígono de Santa Ana y el suelo no urbanizable.
- Por el Sur, el Barrio de Los Dolores.
- Por el Este, los terrenos que se expropiaron para el ferrocarril y la antigua carretera Nacional Cartagena – Murcia (N-301).
- Por el Oeste, con la carretera a La Aljorra (MU-602).

Siendo su posición geográfica aproximada con relación al meridiano inicial de Greenwich, la siguiente:

- Longitud oeste 1º 40'
- Latitud norte 37º 00'

## **1.5. Legislación y normativa aplicable**

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

Normas generales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
  
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia

de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **RU 6407B**, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafluoruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

## **1.6. Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.**

### **1.6.1. Red de Baja Tensión.**

Se dispone en el complejo de ocho parcelas (1, 4, 5, 5, 6-A, 6-B, 7, 8 y 9) diseñadas para la creación de viviendas unifamiliares y dos parcelas destinadas a edificios (2 y 3), cuatro zonas comunes ajardinadas, un equipamiento social y otro educativo.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas ajardinadas la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>, el equipamiento social se le asignará una potencia de 10 W por cada m<sup>2</sup>, al equipamiento educativo se le asignará una potencia de 5 W por cada m<sup>2</sup> y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando dos centros de mando de 20 KW cada uno.

### **1.6.2. Red de Media Tensión.**

Para el desarrollo de la L.S.M.T. en primer lugar realizaremos una derivación de la Línea Media Tensión procedente de una hipotética subestación transformadora hasta el punto de acometida. A partir de aquí se enlazará con el Centro de Reparto. Desde éste se desarrollará un anillo de MT en instalación subterránea que enlace todos los CT ubicados

en el interior de la urbanización con el fin de llevar energía eléctrica a todos los puntos y se dará servicio al centro de transformación de abonado situado en el exterior de la parcela objeto del estudio.

#### **1.6.2.1. Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.**

Se prevé que la Línea Subterránea de Media de Tensión (L.S.M.T) alimente a un total de 5 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 kVA, por lo tanto el total de potencia ascenderá hasta los 2000 kVA.

En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar. Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos justificativos.

#### **1.6.3. Centros de Transformación.**

Los Centros de Transformación tipo compañía, objetos de este proyecto, tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

##### Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

##### Centros de Transformación MINIBLOK:

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

#### **1.6.3.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.**

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 3123.973 Kw. Donde 3005.078 KW pertenecen a viviendas unifamiliares, edificios, centro de mando de viales y jardines. Por otro lado disponemos de 118.895 KW pertenecen a equipamiento social y equipamiento educativo a los cuales le aplicamos un coeficiente de simultaneidad perteneciente a zonas comerciales.

$$P_{CT}(KVA) = \frac{\sum_{BT} BT(KW) \times 0.4}{0.9} + \frac{\sum_{BT} BT(KW) \times 0.6}{0.9} =$$

$$P_{CT}(KVA) = \frac{3005.078 \times 0.4}{0.9} + \frac{118.895 \times 0.6}{0.9} = 1414.85 KVA$$

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 400 kVA. Para llegar al total de potencia instalada se instalarán 5 Centros de Transformación realizando uno de ellos las funciones de reparto y maniobra.

A continuación realizamos una tabla con las potencias previstas para cada parcela de la urbanización:

PARCELA	POTENCIA (kw)
1	101.2
2	682.883
3	696.155
4	184
5	220.8
6-A	156.4
6-B	128.8
7	294.4
8	220.8
9	211.6
EQUIPAMIENTO SOCIAL	43.386
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO	75.509
JARDIN 1EL	22.86
JARDIN 2EL	20.88
JARDIN 3EL	11.7
JARDIN 4EL	12.6
ALUMDRADO VIALES	40
TOTAL	3123.973

Tabla 1. Previsión de potencias para cada parcela

### 1.7. Plazo de ejecución de las instalaciones.

Se tiene previsto el comienzo de las obras seis meses después de la entrega del Proyecto.

### 1.8. Descripción de las instalaciones.

#### 1.8.1. Red de Baja Tensión.

Las instalaciones que nos encontramos en el polígono son las siguientes:

10 parcelas de viviendas (viviendas unifamiliares y edificios), 4 zonas ajardinadas, un equipamiento social y educativo, y el alumbrado de los viales.

La previsión de cargas de cada parcela y sus características las describimos a continuación:

<b>PREVISION DE CARGAS</b>			
<b>PARCELA N°</b>	<b>NUM. VIVIENDAS</b>	<b>ELECTRIFICACION</b>	<b>ESCALERAS</b>
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10W/m2	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5W/m2	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30m2	
ALUMBRADO DE VIALES		DOS CENTROS DE MANDO 20KW/UD.	

Tabla 2. N° de viviendas, escaleras y tipo de electrificación.

Para el diseño de la red eléctrica de baja tensión usaremos los conductores del tipo XZ1(S) de Prysmian con una sección determinada para cada caso en función de la potencia que vaya a soportar dicho conductor, la longitud que cubre su respectivo fusible y la caída de tensión de la red.

Se diseñarán las redes con dos anillos por cada centro de transformación, estas irán directamente enterradas y con una separación mínima de los conductores en la misma zanja de 10 cm.

En las viviendas unifamiliares y el alumbrado de viales se colocarán las cajas de derivación junto con las cajas de protección y medida (CPM), éstas serán las especificadas por la empresa suministradora, teniendo uno o dos contadores monofásicos según sea necesario.

En los demás casos se utilizarán cajas generales de protección (CGP) especificadas por la empresa suministradora.

#### **1.8.1.1. Trazado.**

El trazado de las distintas instalaciones de baja tensión será bajo la acera directamente enterrado.

#### **1.8.1.1.1. Longitud.**

Las longitudes de los distintos anillos de baja tensión son las siguientes:

CT N°	LONGITUD ANILLO 1 (m)	LONGITUD ANILLO 2 (m)
1	264.45	388
2	264.93	271.13
3	366.27	418.63
4	275.6	351.42
CR	494.67	458.08

Tabla 3. Longitud de los anillos de BT.

#### **1.8.1.1.2. Inicio y final de la línea.**

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado.

#### **1.8.1.1.3. Cruzamientos, paralelismos, etc.**

##### Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en conductos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

##### Canalizaciones:

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.

4. Los cables se alojarán en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm. Cuando haya más de una línea se colocará un tubo y una placa de protección para ofrecer resistencia mecánica al conjunto. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización Entubada:

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm  $\emptyset$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.



Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

**Para más información ver detalle de las zanjas: Planos 12 a 21**

#### **1.8.1.1.4. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.**

Todas las Redes Subterráneas de baja tensión proyectadas discurren por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

#### **1.8.1.2. Puesta a Tierra y continuidad del neutro.**

El conductor de Neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación, aunque fuera del Centro es aconsejable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

La continuidad del Conductor Neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

- El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de CU, como mínimo.
- El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por uno de los dispositivos siguientes:
  1. Interruptor o seccionador que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases, o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
  2. Unión Amovil en el neutro próximas a los interruptores o Seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo pueden ser accionadas mediante herramientas especiales, no debiendo ser seccionado el neutro sin haber sido antes las fases, ni conectas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

## **1.8.2. Red de Media Tensión.**

### **1.8.2.1. Trazado.**

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Cartagena, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

1. L.S.M.T. desde la acometida hasta el Centro de Reparto (ver plano **nº 9**)
2. L.S.M.T. en anillo conectando todos los Centros de Transformación (ver plano **nº 11**)
3. L.S.M.T. desde el Centro de Reparto hasta el centro de abonado (ver plano **nº 10**)

#### **1.8.2.1.1. Puntos de entronque y final de línea.**

En la primera parte de la L.S.M.T. el punto de acometida será el mostrado en el plano nº 9 y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Reparto (PFU-5/20).

Para la segunda parte de la L.S.M.T., es decir para el diseño del anillo, su punto principal de salida será desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) hacia la conexión con los demás Centros de Transformación, llegando de nuevo a éste.

Para la tercera parte de la L.S.M.T. su punto de salida será desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) hasta el centro de abonado situado en la parte exterior del proyecto objeto del estudio.

#### **1.8.2.1.2. Longitud.**

La longitud de la línea desde el punto de acometida hasta el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 465.22 metros.

La longitud de la línea desde el centro de transformación de abonado hasta el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 352.74 metros.

La longitud del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) es de 1493.56 metros.

#### **1.8.2.1.3. Términos municipales afectados.**

El trazado de la línea en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Cartagena.

#### **1.8.2.1.4. Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.**

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de Media Tensión serán las siguientes:

### Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en tubos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

### Canalizaciones

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm de diámetro cuando por la zanja discurra 1 ó 2 líneas y por un tubo y placas cubrecables de plástico cuando el número sea mayor.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

### Canalización Entubada

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado.

Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

**Para más información ver detalle de las zanjas: Planos 12 a 21**

#### **1.8.2.1.5. Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.**

Todas las Redes Subterráneas de media tensión proyectadas discurren por vía pública, por lo que no existen propietarios afectados por el paso de la línea.

### 1.8.2.2. Materiales.

#### 1.8.2.2.1. Conductores.

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipos de conductores: Los propuestos en la siguiente tabla:

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. $\Omega$ /km	Reactancia por fase $\Omega$ /km	Capacidad $\mu$ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536

En nuestro caso el conductor escogido entre los tres que nos propone Iberdrola es el de sección 150 mm<sup>2</sup> tipo Al HEPRZ1 12/20 KV 1x150 mm<sup>2</sup>, con las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	UNIDADES
Peso del cable	2190 Kg/Km
Carga de rotura	18 N/mm <sup>2</sup>
Sección Aluminio	150 mm <sup>2</sup>
Sección Cobre	16 mm <sup>2</sup>
Radio mín. curv	20x $\emptyset$ mm
Diámetro ext	30,4 mm
Resistencia 105°C	0.277 $\Omega$ /Km
Reactancia	0,112 $\Omega$ /Km
Capacidad	0,368 $\mu$ F/Km

#### 1.8.2.2.2. Aislamientos.

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV. El aislamiento será de Etileno-propileno de alto módulo (HEPR), siendo la cubierta de poliolefina termoplástica.

Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Debido a su reducido diámetro y a

la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

#### **1.8.2.2.3. Accesorios.**

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el manual técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Como tubo para la canalización se emplearán tubos PVC 160 Ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	UNIDADES
Diámetro nominal	160 mm
D. nominal ext.	160 + 2,9-0 mm
IP	54
R. compresión	>450 N
R. impacto	N (Uso normal)
Norma fabricación	UNE-EN 50086-2-4

Los tubos irán hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de H=200.

#### **1.8.2.2.4. Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.**

Al inicio de la línea en punto de acometida se colocarán las debidas protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos.

La línea al final irá conectada a un centro de transformación con las debidas protecciones en sus celdas de Media Tensión. El anillo que enlazará todos los centros de transformación, irá protegido para la salida y entrada de la línea mediante las celdas de Media Tensión correspondientes a cada centro de transformación.

#### **1.8.2.3. Zanjas y sistema de enterramiento.**

La Línea Subterránea de Media Tensión irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,35 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

Los cruces de las calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial e irán con tubos de 160 mm de diámetro para introducir los cables. Por otra parte se colocarán arquetas cada 40 metros para la inspección y tendido de los conductores.

#### **1.8.2.3.1. Medidas de señalización y seguridad.**

- Disposición de canalización directamente enterrada:

A una distancia mínima del suelo de 0,10 metros y a la parte superior del cable de 0.25 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, también se pondrá un tubo de 160 mm de diámetro como protección mecánica, éste podrá ser usado como conducto de cables de control y redes multimedia.

- Disposición de canalización directamente enterrada en cruces:

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

#### **1.8.2.4. Puesta a Tierra.**

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

#### **1.8.3. Centros de Transformación.**

Los Centros de Transformación constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

##### **1.8.3.1. Generalidades.**

A continuación se describirán todas las partes de las que se componen tanto los Centros de Transformación PFU como los miniBLOK.

**Para más información (Dimensionado, Puestas a Tierra y esquema unifilar):  
Planos 22 a 26**

### **1.8.3.1.1. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20**

#### Descripción:

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### **Ver plano 22 y 23 para Dimensiones y Esquema Unifilar**

##### **1.8.3.1.1.1. Características de los materiales**

###### **- Envolvente**

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

###### **- Placa piso**

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.



#### - Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### - Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### - Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

#### - Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### - Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### - Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### 1.8.3.1.1.2. Características detalladas PFU-5/20

Nº de transformadores	1
Nº reserva de celdas	1
Tipo de ventilación	Normal
Puertas de acceso peatón	1 puerta

DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	6080 mm
Fondo	2380 mm
Altura	3045 mm
Altura vista	2585 mm
Peso	17460 kg

DIMENSIONES INTERIORES	
Longitud	5900 mm
Fondo	2200 mm
Altura	2355 mm

DIMENSIONES EXCAVACIÓN	
Longitud	6880 mm
Fondo	3180 mm
Profundidad	560 mm

#### 1.8.3.1.1.3. Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### 1.8.3.1.1.4. Características de la Aparata de Media Tensión

Celda: **CGMCOSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación

interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

**Construcción:**

- Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.
- 3 Divisores capacitivos de 24 kV.
- Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
- Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

**Seguridad:**

- Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.
- Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.
- Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.
- Inundabilidad: Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

**Grados de Protección:**

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

**Conexión de cables:**

- La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

**Enclavamientos:**

- La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión nominal Nivel de aislamiento	24 KV
Frecuencia industrial (1 min) A tierra y entre fases	50 KV
Frecuencia industrial (1 min) A la distancia de seccionamiento	60 KV
Impulso tipo rayo A tierra y entre fases	125 KV
Impulso tipo rayo A la distancia de seccionamiento	145 KV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### **1.8.3.1.1.5. Características Descriptivas de la aparamenta MT y Transformadores**

##### **Celda: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	28 KV
Nivel de aislamiento - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75 KV
Capacidad de cierre (cresta)	40 KA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Ancho	365 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	95 kg

Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: Manual tipo B

**Celda: Seccionamiento Compañía: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-S de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	50 KV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125 KV
Capacidad de cierre (cresta)	40 KA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Ancho	450 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	105 kg

Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Manual tipo B

### **Celda: Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

<b>- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada	24 KV
Intensidad asignada en el embarrado	400 A
Intensidad asignada en la derivación	200 A
Intensidad fusibles	3x25 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	16 KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	40 KA
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) tierra y entre fases	50 KV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de corte Corriente principalmente activa:	400 A

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Ancho	470 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	140 kg

Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: Manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: Combinados

### **Transformador 1: Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
Regulación en el primario	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Protección incorporada al transformador	Termómetro

#### **1.8.3.1.1.6. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión**

##### **Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

<b>- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 HZ
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2.5 KV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 KV
Intensidad Asignada de Cresta	50.5 KA
Salidas de Baja Tensión	5 salidas (5 x 400 A)

<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

#### **1.8.3.1.1.7. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión**

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

##### **- Interconexiones de MT:**

- Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**
- Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

##### **- Interconexiones de BT:**

- Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**
- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

##### **- Defensa de transformadores:**

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**  
Protección metálica para defensa del transformador.



- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**1.8.3.1.1.8. Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

**1.8.3.1.1.9. Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

**1.8.3.1.1.10. Puesta a Tierra**

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

**Ver plano 26**

**1.8.3.1.1.11. Instalaciones secundarias**

- Armario de primeros auxilios.

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### **1.8.3.1.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK**

#### **1.8.3.1.2.1 Características de los Materiales**

Descripción:

- miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).
- miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.
- Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.
- El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.
- La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.
- Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.
- **Ver plano 22 y 23 para Dimensiones y Esquema Unifilar**

Envolvente:

- Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.
- Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

- En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

### Características Detalladas

Nº de transformadores	1
Puertas de acceso peatón	1 puerta

DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	2100 mm
Fondo	2100 mm
Altura	2240 mm
Altura vista	1540 mm
Peso	7500 kg

DIMENSIONES INTERIORES	
Longitud	1940 mm
Fondo	1980 mm
Altura	1550 mm

DIMENSIONES EXCAVACIÓN	
Longitud	4300 mm
Fondo	4300 mm
Altura	800 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

#### 1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica.

Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,10 kA eficaces.

### **1.8.3.1.2.3. Características de la Aparamenta de Media Tensión**

#### **Celdas: CGMCOSMOS-2L1P**

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

#### **- Celdas CGMCOSMOS**

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

#### **- Base y frente**

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

#### **- Cuba**

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la

altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

#### - Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

#### - Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

#### - Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

#### - Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

#### - Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

<b>- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión nominal	24 V
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases	125 KV
Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento	145 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	50 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a la distancia de seccionamiento	60 KV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### **1.8.3.1.2.4. Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores**

##### **E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
Regulación en el primario	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Protección incorporada al transformador	Termómetro

#### **1.8.3.1.2.5. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión**

##### Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de apartamentado de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.



<b>- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 HZ
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 KV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2.5 KV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 KV
Intensidad Asignada de Cresta	50.5 KA
Salidas de Baja Tensión	5 salidas (5 x 400 A)

<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

#### **1.8.3.1.2.6. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.**

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

##### **- Interconexiones de MT:**

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

##### **- Interconexiones de BT:**

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

##### **- Equipos de iluminación:**

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

#### **1.8.3.1.2.7. Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

#### **1.8.3.1.2.8. Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

#### **1.8.3.1.2.9. Puesta a Tierra**

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

**Ver plano 26**

#### **1.8.3.1.2.10. Instalaciones secundarias**

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la

insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1. RED DE BAJA TENSIÓN

#### 2.1.1. Cálculos eléctricos.

Para la determinación de la sección del conductor haremos los cálculos de la siguiente manera:

- Selección de la potencia que se conectará al anillo.
- Cálculo del punto de mínima tensión mediante la fórmula:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Separación del anillo en dos ramas.
- Cálculo de la intensidad que circulará por cada rama del anillo mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

P = Potencia (Kw)

U = 0,4 kV

Cosφ = 0,9

- Intensidad admisible por el cable aplicando los factores de corrección que sean necesarios:

$$I_{admisible} = I_{cable} \times f.d.c. > I$$

- Separación del anillo en dos ramas.
- Elección del fusible para proteger la línea.
- Comprobación de la distancia que nos cubre el fusible con la longitud de la rama.
- Comprobación de que no sobrepasa la máxima caída de tensión, en este caso es el 5% según Iberdrola.

### **2.1.1.1. Previsión de Potencia.**

En primer lugar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

**Básica**: potencia de 5.750 W.

**Elevada**: potencia de 9.200 W.

En las viviendas unifamiliares (dúplex) utilizamos una electrificación elevada, mientras que en los edificios será una electrificación básica.

Los edificios están compuestos de la siguiente forma dependiendo de la parcela en la que se encuentren.

#### **Parcela número 2 (95 abonados Electrificación Básica):**

Formado por 9 escaleras con la siguiente distribución:

- 5 escaleras de 5 plantas con 2 viviendas por planta más una planta ático con 1 vivienda.

***Total = 11 abonados con electrificación básica por escalera.***

- 4 escaleras de 5 plantas con 2 viviendas por planta.

***Total = 10 abonados con electrificación básica por escalera.***

***(5escaleras × 11abonados) + (4escaleras × 10abonados) = 95 abonados***

#### **Parcela número 3 (97 abonados Electrificación Básica):**

Formado por 9 escaleras con la siguiente distribución:

- 7 escaleras de 5 plantas con 2 viviendas por planta más una planta ático con 1 vivienda

***Total = 11 abonados con electrificación básica por escalera.***

- 2 escaleras de 5 plantas con 2 viviendas por planta.

***Total = 10 abonados con electrificación básica por escalera.***

***(7escaleras × 11abonados) + (2escaleras × 10abonados) = 97abonados***

### **Carga correspondiente a un conjunto de viviendas (EDIFICIOS):**

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas. Esto es aplicable exclusivamente a edificios de viviendas, excluyendo a las viviendas unifamiliares tipo dúplex o casas de planta baja.

<b>Nº Viviendas (n)</b>	<b>Coeficiente de Simultaneidad</b>
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21).0,5$

Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas

### **Carga correspondiente a ascensores y montacargas:**

En el presente proyecto elegiremos un tipo de aparato elevador ITA-1 para las distintas escaleras de los edificios.

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Distribución total de cargas por parcelas:

- PARCELA 2: 9 escaleras  $\times$  4.5 kw = **40.5 kw**
- PARCELA 3: 9 escaleras  $\times$  4.5 kw = **40.5 kw**

### **Carga correspondiente al alumbrado de la escalera:**

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes estimo una potencia de 3.45 KW.

Distribución total de cargas por parcelas:

- PARCELA 2 : 9 escaleras  $\times$  3.45 kw = **31.05 kw**
- PARCELA 3: 9 escaleras  $\times$  3.45 kw = **31.05 kw**

### **Carga correspondiente a los garajes:**

Para el cálculo de potencia de los garajes se ha tenido en cuenta una superficie útil del 80% de la superficie total, y una previsión de 20 W/m<sup>2</sup> para dar cumplimiento al Código Técnico de la Edificación, en cuanto a la obligatoriedad de disponer de un sistema de ventilación forzada. La alimentación de los mismos se llevará a cabo en dos fases de acuerdo con la previsión expuesta anteriormente.



Distribución total de cargas por parcelas:

$$- \text{Área Garaje Parcela 2 (m}^2\text{)} - 20\% = 4067.72 - 20\% = 3254.17 \text{ m}^2$$

$$\text{Potencia Garaje Parcela 2} = 3254.17 \times 20 \text{ w} = \mathbf{65.083 \text{ kw}}$$

$$- \text{Área Garaje Parcela 3 (m}^2\text{)} - 20\% = 4178.44 - 20\% = 3342.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Potencia Garaje Parcela 2} = 3342.75 \times 20 \text{ w} = \mathbf{66.855 \text{ kw}}$$

#### **Carga correspondiente a zona común en el exterior de los edificios:**

La forma de estimar la carga será aplicando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>. La carga correspondiente a zona común en el exterior de los edificios es la del jardín 1EL y estará compartida al 50% por las parcelas de edificios 2 y 3.

$$P_{\text{jardín}} = \frac{\text{Área(m}^2\text{)}}{30 \text{ m}^2} \times 100\text{w} \times 1.8$$

Nota: 1.8 = Factor de Corrección de lámpara de descarga

$$JARDIN 1EL = \frac{3811.70 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} \times 100\text{w} \times 1.8 = 22.86 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia Jardín 1EL / 2 Parcelas (2 y 3)} = 22.86 / 2 = \mathbf{11.43 \text{ kw}}$$

#### **Carga correspondiente a viviendas unifamiliares (dúplex):**

- Parcela número 1 (11 abonados Electrificación Elevada)

$$11 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{101.2 \text{ kw}}$$

- Parcela número 4 (20 abonados Electrificación Elevada)

$$20 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{184 \text{ kw}}$$

- Parcela número 5 (24 abonados Electrificación Elevada):

$$24 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{220.8 \text{ kw}}$$

- Parcela número 6-A (17 abonados Electrificación Elevada):

$$17 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{156.4 \text{ kw}}$$

- Parcela número 6-B (14 abonados Electrificación Elevada):

$$14 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

- Parcela número 7 (32 abonados Electrificación Elevada):

$$32 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{294.4 \text{ kw}}$$

- Parcela número 8 (24 abonados Electrificación Elevada):

$$24 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{220.8 \text{ kw}}$$

- Parcela número 9 (23 abonados Electrificación Elevada):

$$23 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kw} = \mathbf{211.6 \text{ kw}}$$

### **Carga correspondiente a las zonas ajardinadas:**

Estimaremos la carga considerando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>.  
Usando la siguiente expresión:

$$P_{\text{jardín}} = \frac{\text{Área}(m^2)}{30 \text{ m}^2} \times 100w \times 1.8$$

Nota: 1.8 = Factor de Corrección de lámpara de descarga

$$- \text{JARDIN 1EL} = \frac{3811.70 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} \times 100w \times 1.8 = \mathbf{22.86 \text{ kw}}$$

$$- \text{JARDIN 2EL} = \frac{3480.28 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} \times 100w \times 1.8 = \mathbf{20.88 \text{ kw}}$$

$$- \text{JARDIN 3EL} = \frac{1935.30 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} \times 100w \times 1.8 = \mathbf{11.7 \text{ kw}}$$

$$- \text{JARDIN 4EL} = \frac{2093.08 \text{ m}^2}{30 \text{ m}^2} \times 100w \times 1.8 = \mathbf{12.6 \text{ kw}}$$

**Carga correspondiente al equipamiento social (ES):**

Estimaremos la carga considerando una potencia de 10 W por cada metro cuadrado.

$$P_{ES} = \text{Área (m}^2\text{)} \times 10 \text{ w} = 4338.69 \times 10 = \mathbf{43.386 \text{ kw}}$$

**Carga correspondiente al equipamiento educativo (EE):**

Estimaremos la carga considerando una potencia de 5 W por cada metro cuadrado.

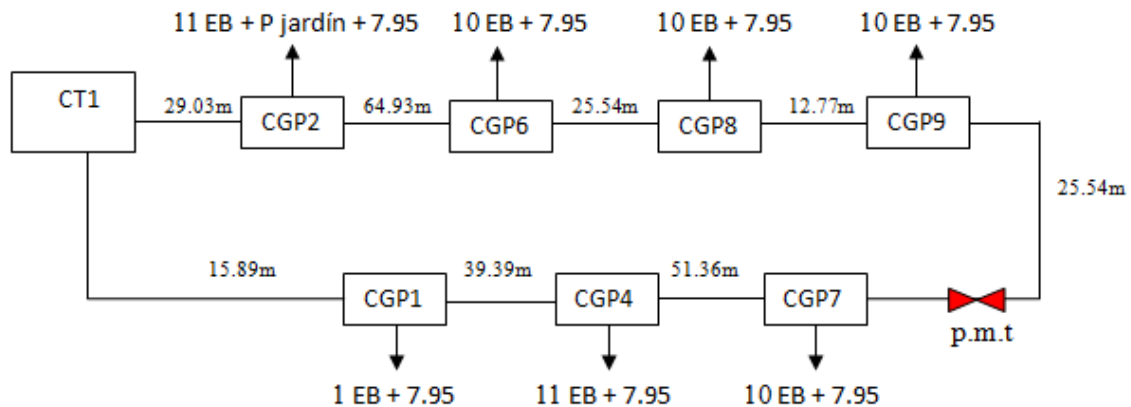
$$P_{EE} = \text{Área (m}^2\text{)} \times 5 \text{ w} = 15101.92 \times 5 = \mathbf{75.509 \text{ kw}}$$

**Carga correspondiente al alumbrado de viales:**

Para el alumbrado de viales dispondremos de dos centros de mando de 20 Kw/ud. A partir de los cuales se dará servicio a los circuitos de alumbrado público. Estos centros de mando se han colocado en distintos anillos de la red de baja tensión.

### 2.1.1.1.1 POTENCIAS CONECTADAS EN CT1 – ANILLO 1

**CT1 - ANILLO1:** Formado por 73 abonados de electrificación básica más la mitad de la potencia del jardín 1EL. **(Ver plano 4)**



#### 2.1.1.1.1.1 Determinación del punto de mínima tensión.

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas

$$P_{cgp2} = 11 \text{ EB} + P \text{ jardín 1EL} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 11.43 + 4.5 + 3.45 = 82.63 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = 10 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 65.45 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 10 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 65.45 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = 10 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 65.45 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = 10 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 65.45 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

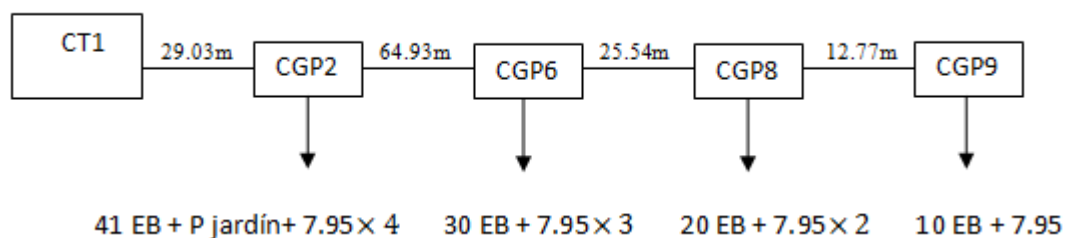
$$\Sigma P = 82.63 + 65.45 \times 4 + 71.2 \times 2 = \mathbf{486.83 \text{ kw}}$$

$$\Sigma P \times L = 82.63 \times 29.03 + 65.45 \times 93.96 + 65.45 \times 119.5 + 65.45 \times 132.27 + 65.45 \times 157.81 + 71.2 \times 209.17 + 71.2 \times 248.56 = \mathbf{67945.817 \text{ kw} \times \text{m}}$$

$$\text{p.m.t} = \frac{67945.817}{486.83} = \mathbf{139.56 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP9** y **CGP7** a una distancia al origen de **139.56 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### **LINEA 1: CT1 – CGP9**



#### **2.1.1.1.1.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT1**

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP2** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp9:

$$P_m = \frac{10 \times 5.75}{10} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = (P_m \times c.s) + 7.95 = (5.75 \times 8.5) + 7.95 = \mathbf{56.82 \text{ KW}}$$

Potencia en el punto cgp8:

$$P_m = \frac{20 \times 5.75}{20} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 2 = (5.75 \times 14.8) + 7.95 \times 2 = \mathbf{101 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp6:

$$P_m = \frac{30 \times 5.75}{30} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 3 = (5.75 \times 19.8) + 7.95 \times 3 = \mathbf{137.7 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (30 - 21) \times 0.5 = 19.8$$

Potencia en el punto cgp2:

$$P_m = \frac{41 \times 5.75}{41} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 4 + 11.43 = (5.75 \times 25.3) + 7.95 \times 4 + 11.43 = \mathbf{188.705 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (41 - 21) \times 0.5 = 25.3$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{188.705 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{302.63}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 x 240 + 1 x 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 302.63 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 132.27 m

### 2.1.1.1.1.3 Comprobación de la Intensidad máxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT1

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y le aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario.

En nuestro caso al tener una instalación tipo el único factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7



$$I_{max} = 302.63 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{max \text{ tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{302.63}{0.94} = 321.94 \text{ (A)}$$

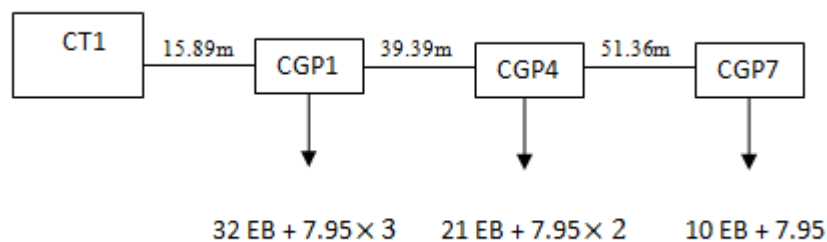
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{adm.} > I_{max}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 302.63 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT1 – CGP7



### 2.1.1.1.1.4. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1.

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Potencia en el punto cgp7:

$$P_m = \frac{10 \times 5.75}{10} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = (P_m \times c.s) + 7. = (5.75 \times 8.5) + 7.95 = \mathbf{56.82 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp4:

$$P_m = \frac{21 \times 5.75}{21} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 2 = (5.75 \times 15.3) + 7.95 \times 2 = \mathbf{103.87 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp1:

$$P_m = \frac{32 \times 5.75}{32} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 3 = (5.75 \times 20.8) + 7.95 \times 3 = \mathbf{143.45 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (32) \times 0.5 = 20.8$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{143.45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{230.05 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable xz1(s) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 250 (A) > 230.05 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 165 m > 106.64 m

#### **2.1.1.1.1.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT1**

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y le aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario.

En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b>			
<b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b>			
<b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C		25	
Temperatura del aire ambiente en °C		40	
Resistencia térmica del terreno en K · m/W		1,5	
Profundidad de soterramiento en m		0,7	

$$I_{max} = 230.05 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{max \text{ tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{230.05}{0.94} = 244.73 \text{ (A)}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{adm.} > I_{max}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 230.05 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

#### Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 302.63 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 132.27 m

#### Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 230.05 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 165 m > 106.64 m

#### **2.1.1.1.1.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.**

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde %ΔU viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase ( $\text{mm}^2$ )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240  $\text{mm}^2$ :

{

R = 0.125  $\Omega/\text{km}$

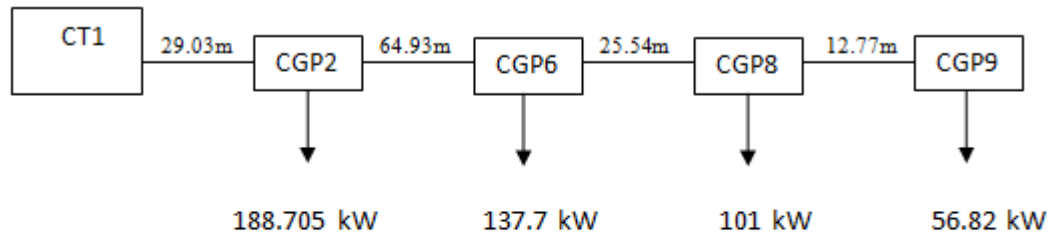
X = 0.07  $\Omega/\text{km}$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

### LINEA 1: TRAMO CT1 – CGGP9

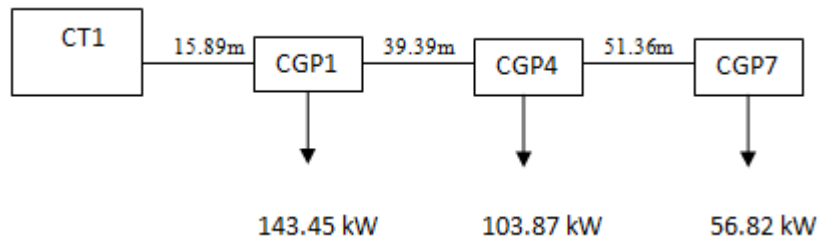


Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP2	188.705	29.03	0.543	0.543
CGP2 – CGP6	137.7	64.93	0.887	1.43
CGP6 – CGP8	101	25.54	0.256	1.686
CGP8 – CGP9	56.82	12.77	0.072	<b>1.758</b>

$1.758 < 5\%$  - Válido por caída de tensión

### LINEA 2: TRAMO CT1 – CGGP7

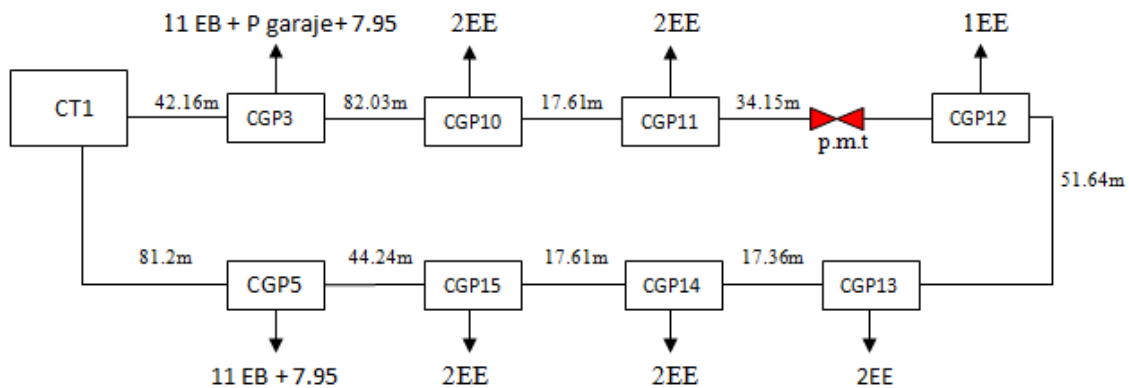


$0.921 < 5\%$  - Válido por caída de tensión

TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP1	143.45	15.89	0.226	0.226
CGP1 – CGP4	103.875	39.39	0.406	0.632
CGP4 – CGP7	56.825	51.36	0.289	<b>0.921</b>

### 2.1.1.1.2 POTENCIAS CONECTADAS EN CT1 - ANILLO 2

**CT1 - ANILLO 2:** Formado por 22 abonados de electrificación básica más 11 abonados de electrificación elevada más la potencia del garaje. **(Ver plano 4)**



#### 2.1.1.1.2.1 Determinación del punto de mínima tensión.

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum (P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas

$$P_{cgp3} = 11 \text{ EB} + P_{\text{garaje}} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 65.083 + 4.5 + 3.45 = 136.283 \text{ kw}$$

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp11} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp12} = 1 \text{ EE} = 1 \times 9.2 = 9.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp13} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp14} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp15} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

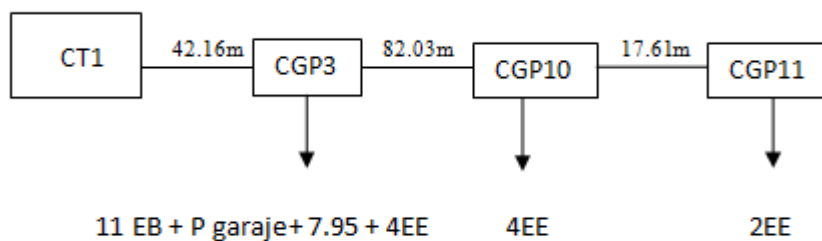
$$\Sigma P = 136.283 + 5 \times 18.4 + 9.2 + 71.2 = \mathbf{308.683 \text{ kw}}$$

$$\Sigma P \times L = 136.283 \times 42.16 + 18.4 \times 124.19 + 18.4 \times 141.8 + 9.2 \times 175.95 + 18.4 \times 227.59 + 18.4 \times 244.95 + 18.4 \times 262.56 + 71.2 \times 306.8 = \mathbf{7628.647 \text{ kw} \times \text{m}}$$

$$\text{p.m.t.} = \frac{7628.647}{308.683} = \mathbf{154.29 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP11** y **CGP12** a una distancia al origen de **139.56 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### **LINEA 1: CT1 – CGP11**



#### **2.1.1.1.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT1**

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP3** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas y sin aplicar coeficientes de simultaneidad en viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$



Potencia en el punto cgp11

$$P_{cgp11} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp10:

$$P_{cgp10} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp3:

$$P_m = \frac{11 \times 5.75}{11} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp3} = (P_m \times c.s) + P_{garaje} + 7.95 + 4 EE = (5.75 \times 9.2) + 65.083 + 7.95 + 36.8 =$$

**162.733 kw**

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{162.733 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{260.98 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 240 + 1 \times 150$  Al
- Fusible de 315 (A) > 260.98 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 141.8 m

#### 2.1.1.1.2.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT1

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

$$I_{max} = 260.98 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{260.98}{0.94} = 277.63 \text{ (A)}$$

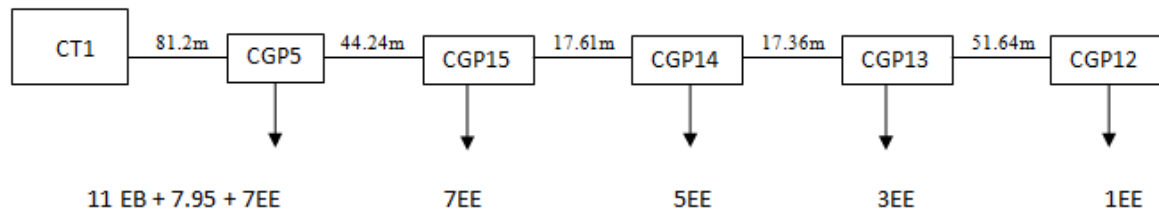
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 260.98 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT1 – CGP12



### 2.1.1.1.2.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1.

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP5** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp12:

$$P_{cgp12} = 1 \text{ EE} = \mathbf{9.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp13:

$$P_{cgp13} = 3 \text{ EE} = 3 \times 9.2 = \mathbf{27.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp14:

$$P_{cgp14} = 5 \text{ EE} = 5 \times 9.2 = \mathbf{46 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp15:

$$P_{cgp15} = 7 \text{ EE} = 7 \times 9.2 = \mathbf{64.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp5:

$$P_m = \frac{11 \times 5.75}{11} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = (P_m \times c.s) + 7.95 + 7 \text{ EE} = (5.75 \times 9.2) + 7.95 + 64.4 = \mathbf{125.25 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{125.25 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{200.86 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 200.86 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 212.05 m

#### 2.1.1.1.2.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT1

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

$$I_{max} = 200.86 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{200.86}{0.94} = 213.68 \text{ (A)}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 200.86 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 260.98 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 141.8 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 200.86 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 212.05 m

#### 2.1.1.1.2.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde % $\Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240 mm<sup>2</sup>.

{

R = 0.125 Ω/km

X = 0.07 Ω/km

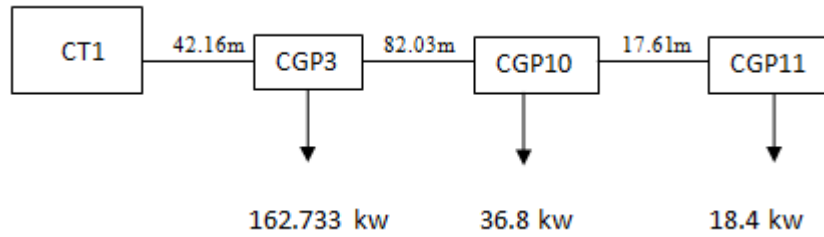
$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$



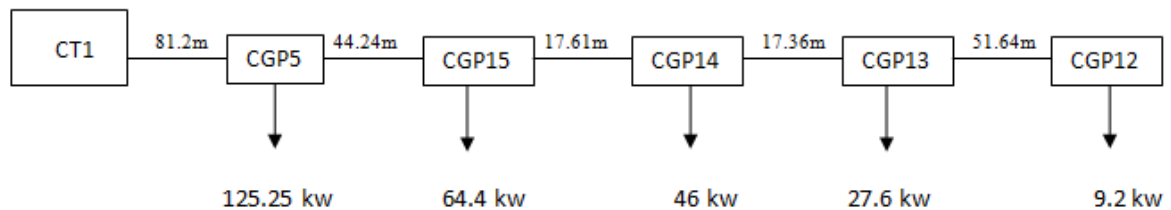
### LINEA 1: CT1 – CGP11



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP3	162.733	42.16	0.681	0.681
CGP3 – CGP10	36.8	82.03	0.299	0.98
CGP10 – CGP11	18.4	17.61	0.032	<b>1.012</b>

1.012 < 5%      Válido por caída de tensión

### LINEA 2: CT1 – CGP12

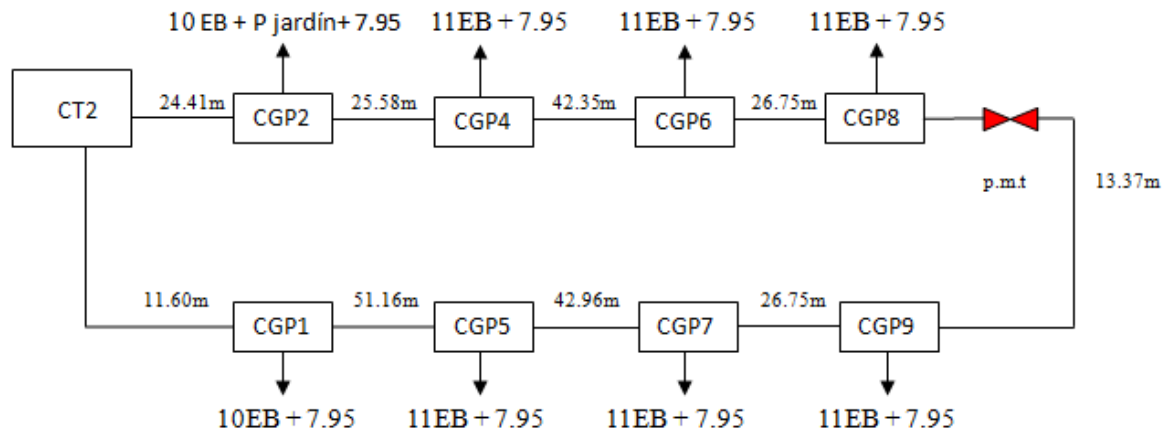


TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP5	125.25	81.2	1.009	1.009
CGP5 – CGP15	64.4	44.24	0.282	1.291
CGP15 – CGP14	46	17.61	0.08	1.371
CGP14 – CGP13	27.6	17.36	0.047	1.418
CGP13 – CGP12	9.2	51.64	0.047	<b>1.465</b>

1.465 < 5%      Válido por caída de tensión

### 2.1.1.1.3 POTENCIAS CONECTADAS EN CT2 - ANILLO 1

**CT2 - ANILLO1:** Formado por 86 abonados de electrificación básica más la mitad de la potencia del jardín 1EL. **(Ver plano 5)**



#### 2.1.1.1.3.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas:

$$P_{cgp2} = 10 \text{ EB} + P \text{ jardín 1EL} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 11.43 + 4.5 + 3.45 = 76.88 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = 11 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 71.2 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = 10 \text{ EB} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 10 \times 5.75 + 4.5 + 3.45 = 65.45 \text{ kw}$$

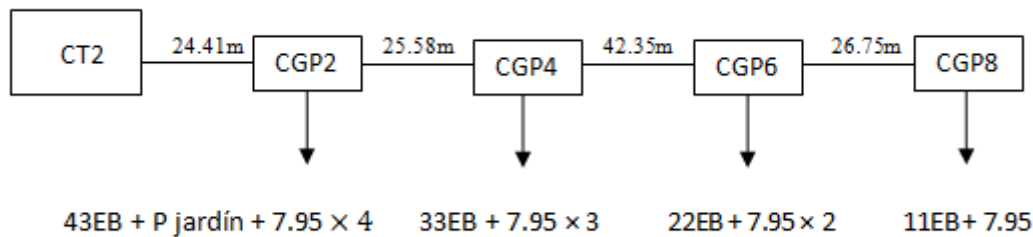
$$\Sigma P = 76.88 + 71.2 \times 6 + 65.45 = \mathbf{569.53 \text{ kw}}$$

$$\Sigma P \times L = 76.88 \times 24.41 + 71.2 \times 49.99 + 71.2 \times 92.34 + 71.2 \times 119.09 + 71.2 \times 132.46 + 71.2 \times 159.21 + 71.2 \times 202.17 + 65.45 \times 253.33 = \mathbf{72231.60 \text{ kw} \times \text{m}}$$

$$p.m.t. = \frac{72231.60}{569.53} = \mathbf{126.82 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP8** y **CGP9** a una distancia al origen de **126.82 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CT2 – CGP8



#### 2.1.1.1.3.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP2** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp8:

$$P_m = \frac{11 \times 5.75}{11} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp11} = (P_m \times c.s) + 7.95 = (5.75 \times 9.2) + 7.95 = \mathbf{60.85 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp6:

$$P_m = \frac{22 \times 5.75}{22} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 2 = (5.75 \times 15.8) + 7.95 \times 2 = \mathbf{106.75 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

Potencia en el punto cgp4:

$$P_m = \frac{33 \times 5.75}{33} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 3 = (5.75 \times 21.3) + 7.95 \times 3 = \mathbf{146.32 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (33 - 21) \times 0.5 = 21.3$$

Potencia en el punto cgp2:

$$P_m = \frac{43 \times 5.75}{43} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp2} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 4 + 11.43 = (5.75 \times 26.3) + 7.95 \times 4 + 11.43 = \mathbf{194.45 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (43 - 21) \times 0.5 = 26.3$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{194.45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{311.84 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 311.84 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 119.09 m

#### 2.1.1.1.3.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT2

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaremos un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 311.84 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{311.84}{0.94} = 331.74 \text{ (A)}$$

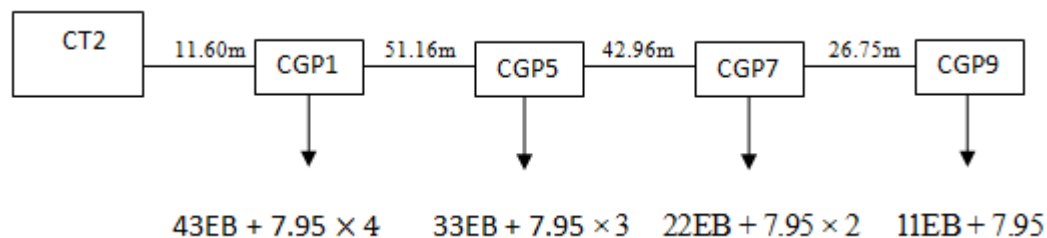
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 311.84 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT2 – CGP9



### 2.1.1.1.3.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp9:

$$P_m = \frac{11 \times 5.75}{11} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = (P_m \times c.s) + 7.95 = (5.75 \times 9.2) + 7.95 = \mathbf{60.85 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp7:

$$P_m = \frac{22 \times 5.75}{22} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 2 = (5.75 \times 15.8) + 7.95 \times 2 = \mathbf{106.75 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

Potencia en el punto cgp5:

$$P_m = \frac{33 \times 5.75}{33} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 3 = (5.75 \times 21.3) + 7.95 \times 3 = \mathbf{146.32 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (33 - 21) \times 0.5 = 21.3$$

Potencia en el punto cgp1:

$$P_m = \frac{43 \times 5.75}{43} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = (P_m \times c.s) + 7.95 \times 4 = (5.75 \times 26.3) + 7.95 \times 4 = \mathbf{183.02 \text{ kw}}$$

$$c.s. = 15.3 + (n - 21) \times 0.5 = 15.3 + (43 - 21) \times 0.5 = 26.3$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{183.02 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{293.51 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 293.51 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 132.47 m



### 2.1.1.1.3.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT2

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 293.51 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{293.51}{0.94} = 312.24 \text{ (A)}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 293.51 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 311.84 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 119.09 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 295.51 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 132.47 m

### 2.1.1.1.3.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240 mm<sup>2</sup>.

{

R = 0.125 Ω/km

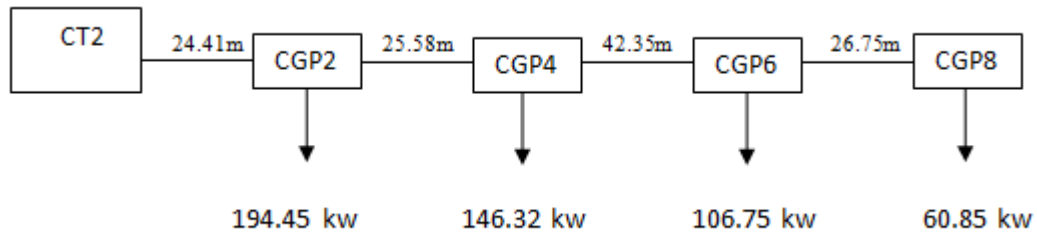
X = 0.07 Ω/km

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

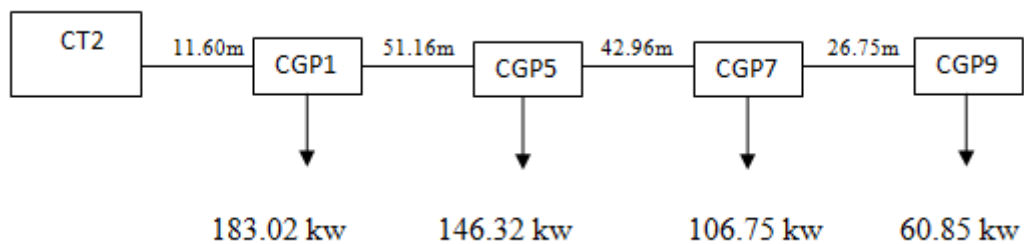
### LINEA 1: CT2 – CGP8



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	$\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP2	194.45	24.41	0.471	0.471
CGP2 – CGP4	146.32	25.58	0.371	0.842
CGP4 – CGP6	106.75	42.35	0.448	1.29
CGP6 – CGP8	60.85	26.75	0.161	<b>1.451</b>

1.451 < 5% - Válido por caída de tensión

### LINEA 2: CT2 – Cgp9

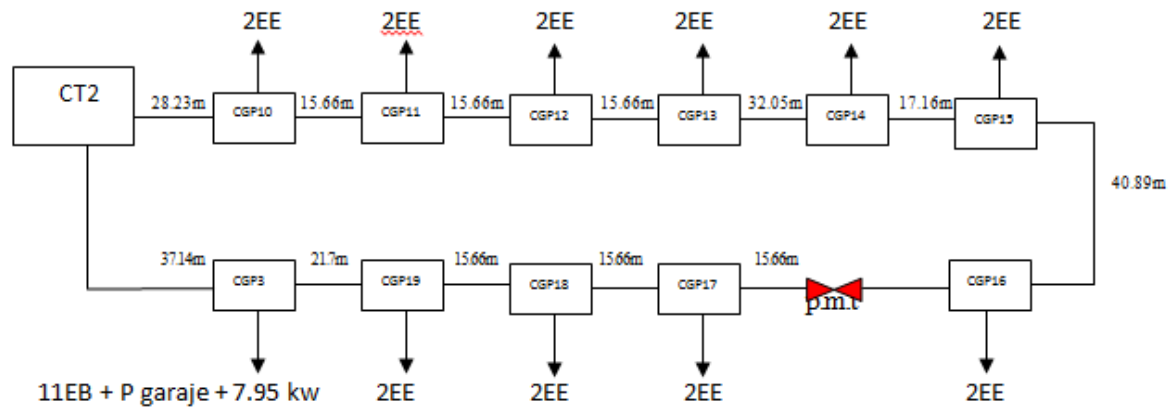


TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	% $\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP1	183.02	11.60	0.210	0.210
CGP1 – CGP5	146.32	51.16	0.743	0.953
CGP5 – CGP7	106.75	42.96	0.455	1.408
CGP7 – CGP9	60.85	26.75	0.161	<b>1.569</b>

1.569 < 5% - Válido por caída de tensión

#### 2.1.1.1.4 POTENCIAS CONECTADAS EN CT2 - ANILLO 2

**CT2 - ANILLO 2:** Formado por 11 abonados de electrificación básica más 20 abonados de electrificación elevada más la potencia del garaje (parcela 3). **(Ver Plano 5)**



##### 2.1.1.1.4.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas:

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp11} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp12} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp13} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp14} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp15} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp16} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp17} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp18} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp19} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp3} = 11 \text{ EB} + P_{\text{garaje}} + \text{Ascensor} + \text{Servicios Generales} = 11 \times 5.75 + 65.083 + 4.5 + 3.45 = 136.28 \text{ kw}$$

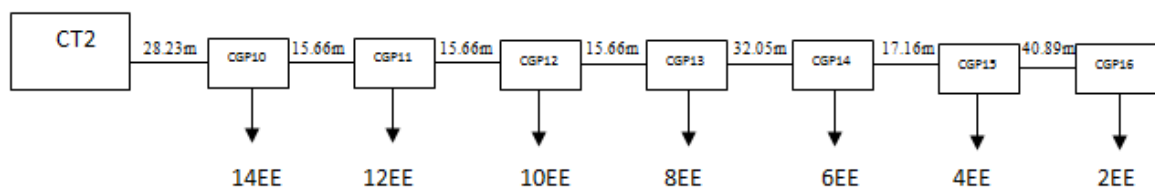
$$\sum P = 18.4 \times 10 + 136.28 = \mathbf{320.28 \text{ kw}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P \times L &= 18.4 \times 28.23 + 18.4 \times 43.89 + 18.4 \times 59.55 + 18.4 \times 75.21 + 18.4 \times 107.26 \\ &+ 18.4 \times 124.42 + 18.4 \times 165.31 + 18.4 \times 180.97 + 18.4 \times 196.63 + 18.4 \times 212.29 + \\ &136.28 \times 233.99 = \mathbf{53853.34 \text{ kw} \times \text{m}} \end{aligned}$$

$$\text{p.m.t} = \frac{53853.34}{320.28} = 168.14 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP16** y **CGP17** a una distancia al origen de **165.31 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CT2 – CGP16



#### 2.1.1.1.4.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP10** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas y sin aplicar coeficientes de simultaneidad en viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp16:

$$P_{cgp16} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp15:

$$P_{cgp15} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp14:

$$P_{cgp14} = 6 EE = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp13:

$$P_{cgp13} = 8 EE = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp12:

$$P_{cgp12} = 10 EE = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp11:

$$P_{cgp11} = 12 EE = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp10:

$$P_{cgp10} = 14 EE = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{128.8 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{206.56 \text{ A}}$$



De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 x 240 + 1 x 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 165.31 m

#### 2.1.1.1.4.3 Comprobación de la Intensidad máxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT2

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 206.56 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{max \text{ tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{206.56}{0.94} = 219.74 \text{ (A)}$$

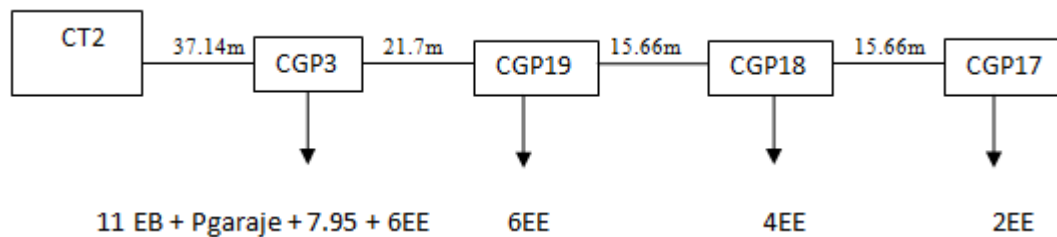
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$I_{adm.} > I_{max}$$

$$319.6 \text{ (A)} > 206.56 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT2 – CGP17



### 2.1.1.1.4.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP3** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp17:

$$P_{cgp17} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp18:

$$P_{cgp18} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp19:

$$P_{cgp19} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp3:

$$P_m = \frac{11 \times 5.75}{11} = 5.75 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = (P_m \times c.s) + P_{garaje} + 7.95 + 6 \text{ EE} = (5.75 \times 9.2) + 65.083 + 7.95 + 55.2 = \mathbf{181.13 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{181.13 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{290.48 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 290.48 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 90.16 m

#### **2.1.1.1.4.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT2**

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables. Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 290.48 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.94 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{290.48}{0.94} = 309.02 \text{ (A)}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.94) = 319.6 \text{ (A)}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{adm.}} &> I_{\text{max}} \\ 319.6 \text{ (A)} &> 290.48 \text{ (A)} \end{aligned}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 165.31 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 290.48 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 90.16 m

#### 2.1.1.1.4.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase ( $\text{mm}^2$ )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

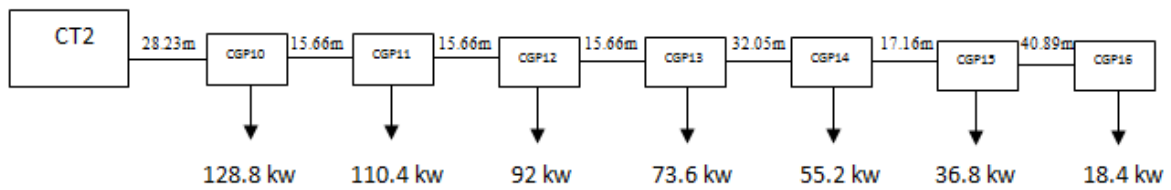
Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240  $\text{mm}^2$ .  $\left\{ \begin{array}{l} R = 0.125 \Omega/\text{km} \\ X = 0.07 \Omega/\text{km} \end{array} \right.$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

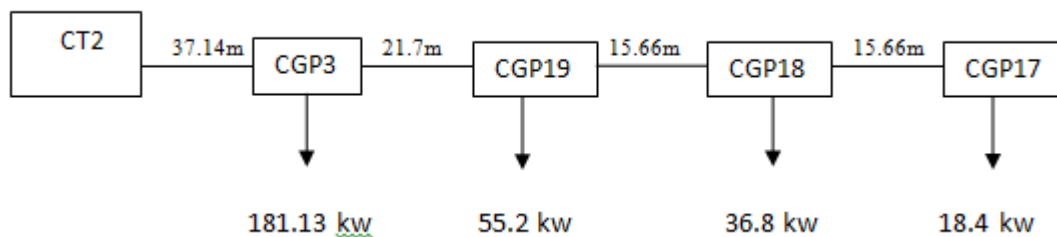
### LINEA 1: CT2 – CGP16



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	$\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP10	128.8	28.23	0.361	0.361
CGP10 – CGP11	110.4	15.66	0.171	0.532
CGP11 – CGP12	92	15.66	0.143	0.675
CGP12 – CGP13	73.6	15.66	0.114	0.789
CGP13 – CGP14	55.2	32.05	0.175	0.964
CGP14 – CGP15	36.8	17.16	0.062	1.026
CGP15 – CGP16	18.4	40.89	0.074	<b>1.1</b>

1.1 < 5% - Válido por caída de tensión

### LINEA 2: CT2 – CGP17



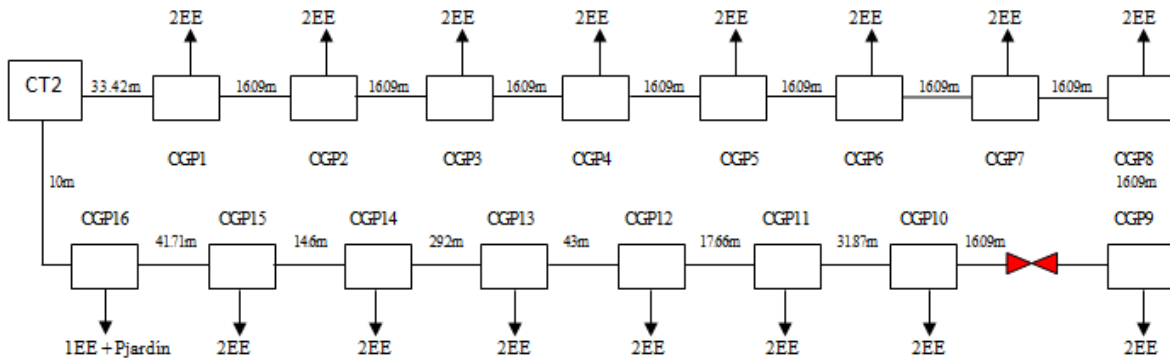
TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	% $\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP3	181.13	37.14	0.668	0.668
CGP3 – CGP19	55.2	21.7	0.118	0.786
CGP19 – CGP18	36.8	15.66	0.057	0.843
CGP18 – CGP17	18.4	15.66	0.028	<b>0.871</b>

0.871 < 5% - Válido por caída de tensión



**2.1.1.1.5 POTENCIAS CONECTADAS EN CT3 - ANILLO 1**

**CT3 - ANILLO1:** Formado por 31 abonados de electrificación elevada más la potencia del jardín 3EL (parcela 9). **(Ver plano 6)**

**2.1.1.1.5.1 Determinación del punto de mínima tensión**

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum (P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas

$$P_{cgp1} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp2} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp3} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp11} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp12} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cg13} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cg14} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cg15} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cg16} = 1 \text{ EE} + P_{jardín} = 1 \times 9.2 + 11.7 = 20.9 \text{ kw}$$

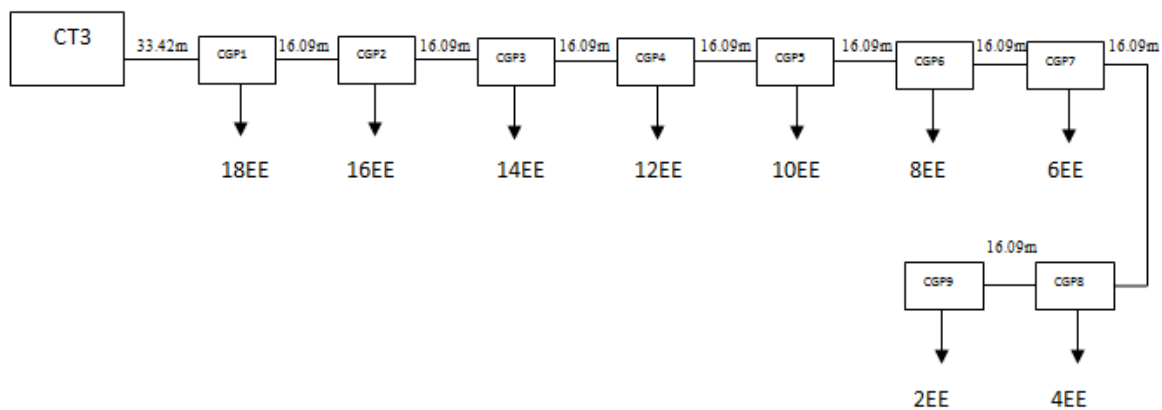
$$\Sigma P = 18.4 \times 15 + 20.9 = \mathbf{296.9 \text{ kw}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P \times L &= 18.4 \times 33.42 + 18.4 \times 49.51 + 18.4 \times 65.6 + 18.4 \times 81.69 + 18.4 \times 97.78 + \\ &18.4 \times 113.87 + 18.4 \times 129.96 + 18.4 \times 146.05 + 18.4 \times 162.14 + 18.4 \times 178.23 + \\ &18.4 \times 210.1 + 18.4 \times 227.76 + 18.4 \times 270.76 + 18.4 \times 299.96 + 18.4 \times 314.56 + \\ &20.9 \times 356.27 = \mathbf{51263.619 \text{ kw} \times \text{m}} \end{aligned}$$

$$p.m.t = \frac{51263.619}{296.9} = \mathbf{172.66 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP9** y **CGP10** a una distancia al origen de **162.14 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

### LINEA 1: CT3 – CGP9



### 2.1.1.1.5.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT3

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas y sin aplicar coeficientes de simultaneidad en viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp9:

$$P_{cgp9} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp8:

$$P_{cgp8} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp7:

$$P_{cgp7} = 6 EE = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp6:

$$P_{cgp6} = 8 EE = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp5:

$$P_{cgp5} = 10 EE = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp4:

$$P_{cgp4} = 12 EE = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp3:

$$P_{cgp3} = 14 EE = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp2:

$$P_{cgp2} = 16 EE = 16 \times 9.2 = \mathbf{147.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp1:

$$P_{cgp1} = 18 EE = 18 \times 9.2 = \mathbf{165.6 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{165.6 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{265.58 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 240 + 1 \times 150$  Al
- Fusible de 315 (A) > 265.58 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 162.14 m

### 2.1.1.1.5.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT3

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 265.58 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 1 → No hay agrupación de cables a la misma profundidad.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{265.58}{1} = 265.58 \text{ (A)}$$

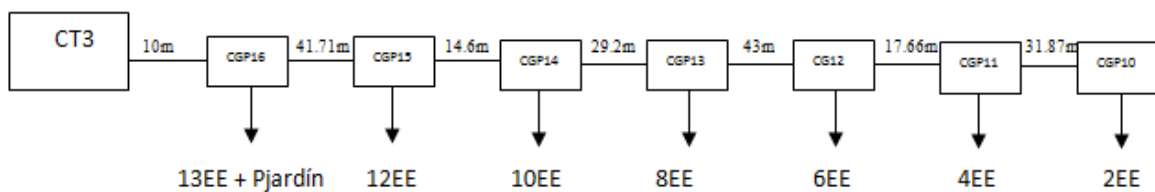
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (1) = 340 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$340 \text{ (A)} > 265.58 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 315 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT3 – CGP10



#### 2.1.1.1.5.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP16** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp10:

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp11:

$$P_{cgp11} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp12:

$$P_{cgp12} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp13:

$$P_{cgp13} = 8 \text{ EE} = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp14:

$$P_{cgp14} = 10 \text{ EE} = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp15:

$$P_{cgp15} = 12 \text{ EE} = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp16:

$$P_{cgp16} = 13 \text{ EE} + P_{\text{jardín}} = 13 \times 9.2 + 11.7 = \mathbf{131 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{131.3 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{210.41 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 240 + 1 \times 150$  Al
- Fusible de 250 (A) > 210.41 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 188.04 m

#### 2.1.1.1.5.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT3

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7



**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 210.41 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 1 → No hay agrupación de cables a la misma profundidad.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{210.41}{1} = 210.41 \text{ (A)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times Kt (1) = 260 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$260 \text{ (A)} > 210.41 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250(A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 315 (A) > 265.58 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 195 m > 162.14 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 210.41 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 188.04 m

#### **2.1.1.1.5.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.**

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240 mm<sup>2</sup>.

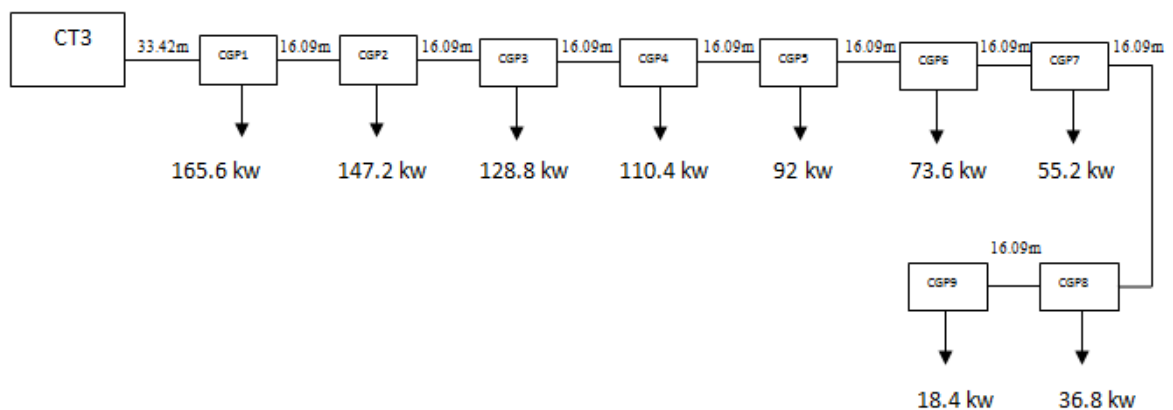
$R = 0.125 \text{ } \Omega/\text{km}$   
 $X = 0.07 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \text{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \text{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

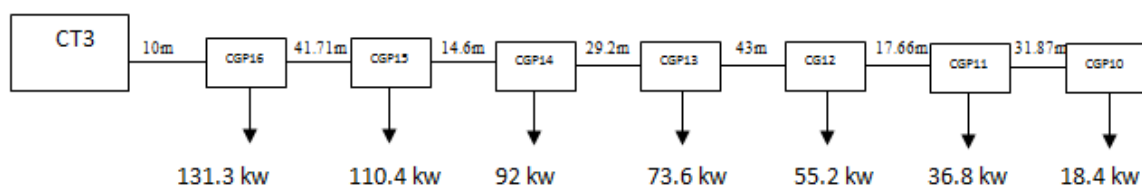
### LÍNEA 1: CT3 – CGP9



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP1	165.6	33.42	0.549	0.549
CGP1 – CGP2	147.2	16.09	0.235	0.784
CGP2 – CGP3	128.8	16.09	0.205	0.989
CGP3 – CGP4	110.4	16.09	0.176	1.165
CGP4 – CGP5	92	16.09	0.146	1.311
CGP5 – CGP6	73.6	16.09	0.117	1.428
CGP6 – CGP7	55.2	16.09	0.088	1.516
CGP7 – CGP8	36.8	16.09	0.058	1.574
CGP8 – CGP9	18.4	16.09	0.029	<b>1.603</b>

1.603 < 5% - Válido por caída de tensión

## LINEA 2: CT3 – CGP10

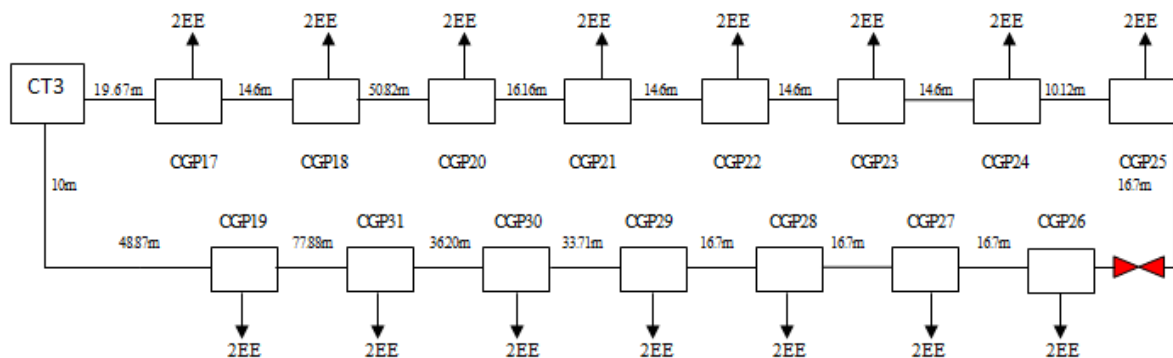


TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP16	131.3	10	0.130	0.130
CGP16 – CGP15	110.4	41.71	0.457	0.587
CGP15 – CGP14	92	14.6	0.133	0.72
CGP14 – CGP13	73.6	29.2	0.213	0.933
CGP13 – CGP12	55.2	43	0.235	1.168
CGP12 – CGP11	36.8	17.66	0.064	1.232
CGP11 – CGP10	18.4	31.87	0.058	<b>1.29</b>

1.29 < 5% - Válido por caída de tensión

### 2.1.1.1.6 POTENCIAS CONECTADAS EN CT3 - ANILLO 2

**CT3 – ANILLO 2:** Formado por 32 abonados de electrificación elevada. (Ver plano 6)



#### 2.1.1.1.6.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas:

$$P_{cgp17} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp18} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp20} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp21} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp22} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp23} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp24} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp25} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp26} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp27} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp28} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp29} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp30} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp31} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp19} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

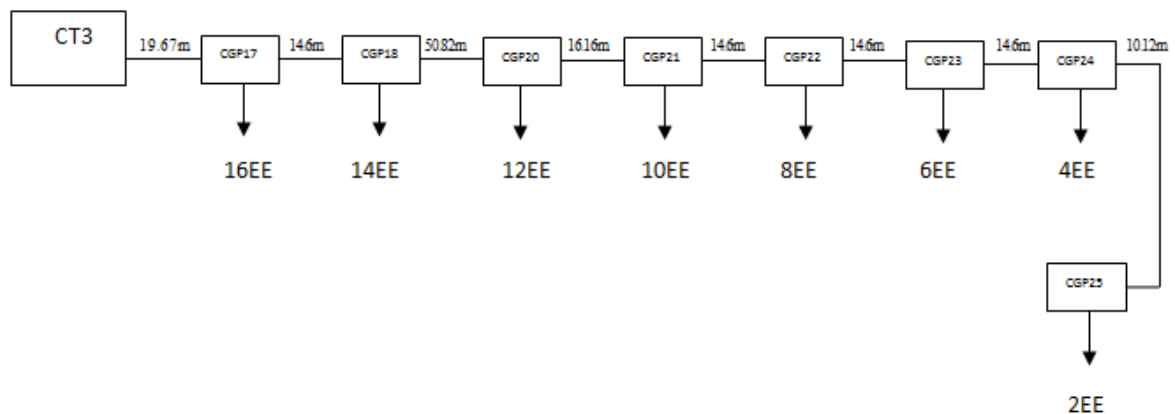
$$\Sigma P = 18.4 \times 15 = \mathbf{276 \text{ kw}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P \times L &= 18.4 \times 19.67 + 18.4 \times 34.27 + 18.4 \times 85.09 + 18.4 \times 101.25 + 18.4 \times \\ &115.85 + 18.4 \times 130.45 + 18.4 \times 145.05 + 18.4 \times 155.17 + 18.4 \times 171.87 + 18.4 \times \\ &188.57 + 18.4 \times 205.27 + 18.4 \times 221.97 + 18.4 \times 255.68 + 18.4 \times 291.88 + 18.4 \times \\ &369.76 = \mathbf{45849.12 \text{ kw} \times \text{m}} \end{aligned}$$

$$p.m.t = \frac{45849.12}{276} = \mathbf{166.12m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP25 y CGP26** a una distancia al origen de **155.17m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CT3 – CGP25



#### 2.1.1.1.6.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT3

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas y sin aplicar coeficientes de simultaneidad en viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp25:

$$P_{cgp25} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp24:

$$P_{cgp24} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp23:

$$P_{cgp23} = 6 EE = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp22:

$$P_{cgp22} = 8 EE = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp21:

$$P_{cgp21} = 10 EE = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp20:

$$P_{cgp20} = 12 EE = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp18:

$$P_{cgp18} = 14 EE = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp17:

$$P_{cgp17} = 16 EE = 16 \times 9.2 = \mathbf{147.2 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{147.2 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{236.07 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 165 > 155.17 m

#### 2.1.1.1.6.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT3

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.



Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 236.07 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{236.07}{0.85} = 277.72 \text{ (A)}$$

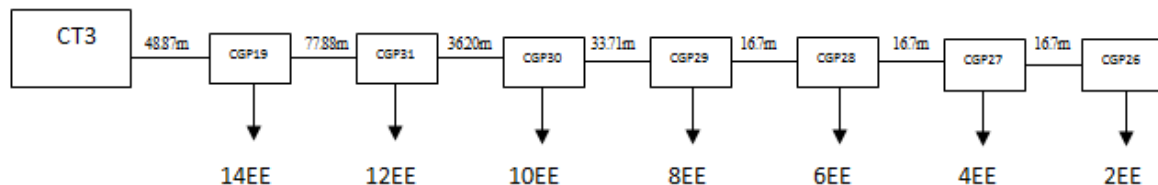
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$289 \text{ (A)} > 236.07 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT3 – CGP26



#### 2.1.1.1.6.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP19** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp26:

$$P_{cgp26} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp27:

$$P_{cgp27} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp28:

$$P_{cgp28} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp29:

$$P_{cgp29} = 8 \text{ EE} = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp30:

$$P_{cgp30} = 10 \text{ EE} = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp31:

$$P_{cgp31} = 12 \text{ EE} = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp19:

$$P_{cgp19} = 14 \text{ EE} + P_{\text{jardín}} = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{128.8 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{206.56 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 240 + 1 \times 150$  Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 246.76 m

#### 2.1.1.1.6.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT3

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario.

En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{\max} = 206.56 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.6 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \frac{I_{\max}}{K_t} = \frac{206.56}{0.85} = 243.01 \text{ (A)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times K_t (0.85) = 221 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$221 \text{ (A)} > 206.56 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y no será valido al ser mayor que los calculados de Intensidad máxima admisible del cable por lo que si dejaramos esta sección se quemaria.

$$\text{Seleccionamos otra sección mayor: } S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times K_t (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$289 \text{ (A)} > 206.56 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 155.17 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 246.76 m

**2.1.1.1.6.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.**

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240 mm<sup>2</sup>.

$$R = 0.125 \, \Omega/\text{km}$$

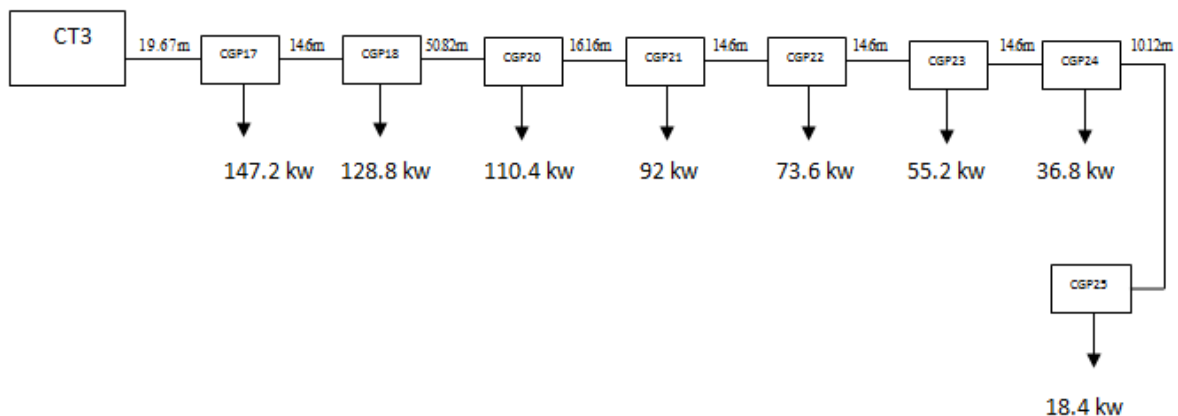
$$X = 0.07 \, \Omega/\text{km}$$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \text{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \text{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

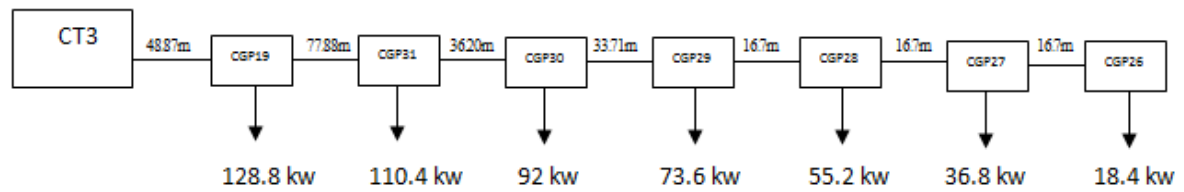
### LINEA 1: CT3 – CGP25



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP17	147.2	19.67	0.287	0.287
CGP17 – CGP18	128.8	14.6	0.186	0.473
CGP18 – CGP20	110.4	50.82	0.557	1.03
CGP20 – CGP21	92	16.16	0.147	1.177
CGP21 – CGP22	73.6	14.6	0.106	1.283
CGP22 – CGP23	55.2	14.6	0.08	1.363
CGP23 – CGP24	36.8	14.6	0.053	1.416
CGP24 – CGP25	18.4	10.12	0.018	<b>1.434</b>

1.434 < 5% - Válido por caída de tensión

## LINEA 2: CT3 – CGP26

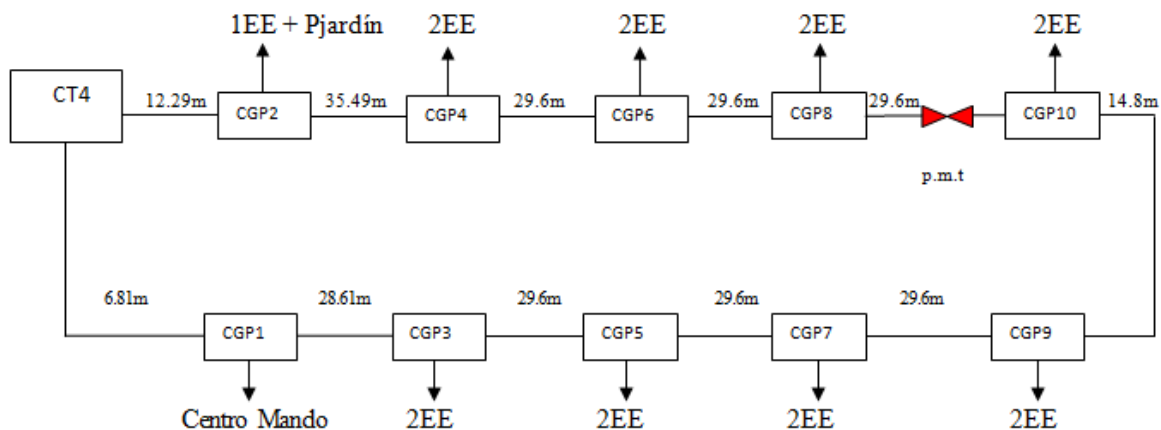


TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	$\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP19	128.8	48.87	0.625	0.625
CGP19 – CGP31	110.4	77.88	0.853	1.478
CGP31 – CGP30	92	36.20	0.330	1.808
CGP30 – CGP29	73.6	33.71	0.246	2.054
CGP29 – CGP28	55.2	16.7	0.091	2.145
CGP28 – CGP27	36.8	16.7	0.061	2.206
CGP27 – CGP26	18.4	16.7	0.030	<b>2.236</b>

2.236 < 5% - Válido por caída de tensión

**2.1.1.1.7 POTENCIAS CONECTADAS EN CT4 - ANILLO 1**

**CT4 - ANILLO1:** Formado por 17 abonados de electrificación elevada más la potencia del jardín 2EL más la potencia del centro de mando perteneciente al alumbrado de los viales. **(ver Plano 7)**

**2.1.1.1.7.1 Determinación del punto de mínima tensión**

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

– Distribución de cargas:

$$P_{cgp2} = 1 \text{ EE} + P \text{ jardín } 2EL = 1 \times 9.2 + 20.88 = 30.08 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp5} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$



$$P_{cgp3} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = \text{Centro de Mando} = 20 \text{ kw}$$

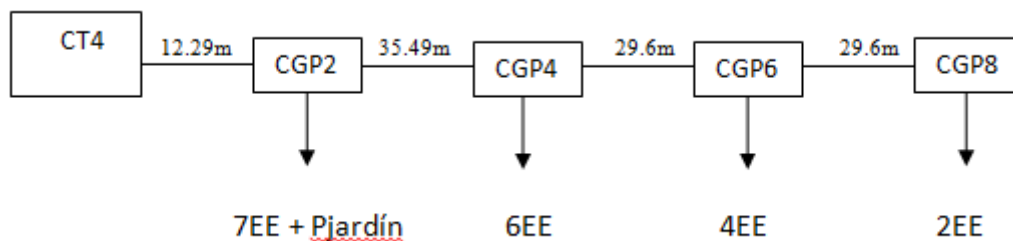
$$\Sigma P = 30.08 + 18.4 \times 8 + 20 = \mathbf{197.28 \text{ kw}}$$

$$\Sigma P \times L = 30.08 \times 12.29 + 18.4 \times 47.78 + 18.4 \times 77.38 + 18.4 \times 106.98 + 18.4 \times 136.58 + 18.4 \times 151.38 + 18.4 \times 180.98 + 18.4 \times 210.58 + 18.4 \times 240.18 + 20 \times 268.79 = \mathbf{26939.339 \text{ kw} \times \text{m}}$$

$$p.m.t = \frac{26939.339}{197.28} = \mathbf{136.55 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP8** y **CGP10** a una distancia al origen de **1106.98 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CT4 – CGP8



#### 2.1.1.1.7.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección

##### L1-CT4

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP2** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp8:

$$P_{cgp8} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp6:

$$P_{cgp6} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp4:

$$P_{cgp4} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp2:

$$P_{cgp2} = 7 \text{ EE} + P_{\text{jardín}} = 7 \times 9.2 + 20.88 = \mathbf{85.28 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{85.28 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{136.76 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 95 + 1 \times 50$  Al
- Fusible de 160 (A)  $> 136.76$  (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 155 m  $> 106.98$  m

### 2.1.1.1.7.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT4

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 136.76 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{max \text{ tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{136.76}{0.85} = 160.89 \text{ (A)}$$

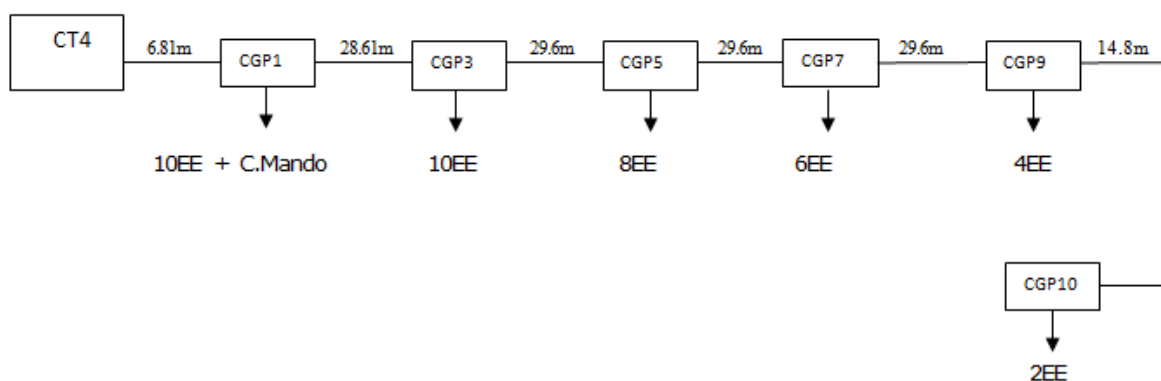
$$S = 95 \text{ mm}^2 \text{ admite } 200 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 170 \text{ (A)}$$

$$I_{adm.} > I_{max}$$

$$170 \text{ (A)} > 136.76 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 160 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT4 – CGP10



#### 2.1.1.1.7.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1** teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT en su ITC-BT-10 en los edificios destinados a viviendas.

$$\frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp10:

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp9:

$$P_{cgp9} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp7:

$$P_{cgp7} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp5:

$$P_{cgp5} = 8 \text{ EE} = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp3:

$$P_{cgp3} = 10 \text{ EE} = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp1:

$$P_{cgp1} = 10 \text{ EE} + \text{C. Mando} = 10 \times 9.2 + 20 = \mathbf{112 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{112 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{179.62 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 150 + 1 \times 95 \text{ Al}$
- Fusible de 200 (A) > 179.62 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 215 m > 139.02 m

#### 2.1.1.1.7.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT4

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 179.62 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{179.62}{0.85} = 211.31 \text{ (A)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 221 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$221 \text{ (A)} > 179.62 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 200 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 160 (A) > 136.76 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 285 m > 106.98 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 200 (A) > 179.62 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 215 m > 139.02 m

**2.1.1.1.7.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.**

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde %ΔU viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

ΔU = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\operatorname{tg} \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en Ω/km.

X = reactancia inductiva del conductor en Ω/km.



Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 150 mm<sup>2</sup>.

$$R = 0.206 \, \Omega/\text{km}$$

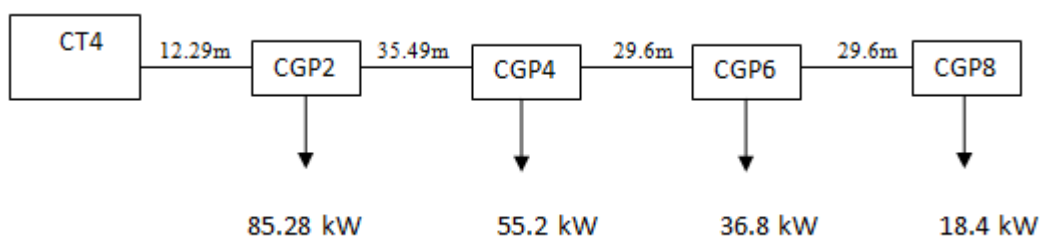
$$X = 0.075 \, \Omega/\text{km}$$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \text{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \text{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.206 + 0.075 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.1514$$

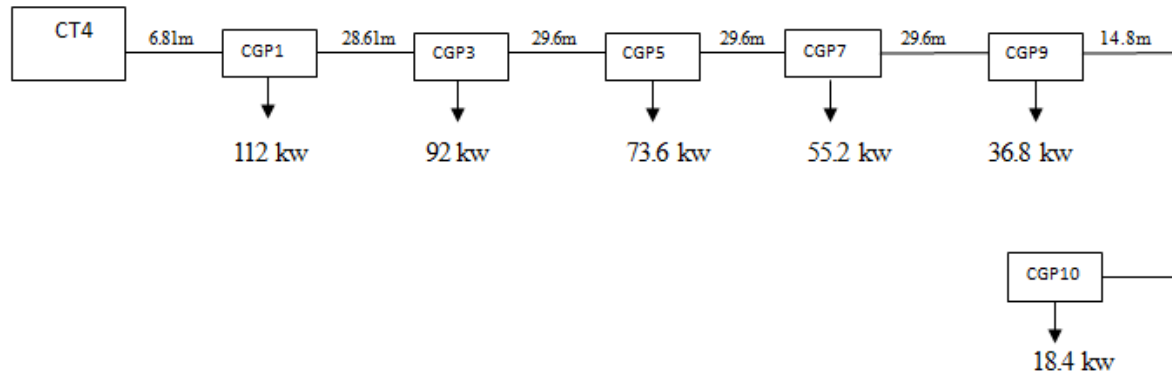
#### LÍNEA 1: CT4 – CGP8



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP2	85.28	12.29	0.158	0.158
CGP2 – CGP4	55.2	35.49	0.296	0.454
CGP4 – CGP6	36.8	29.6	0.164	0.618
CGP6 – CGP8	18.4	29.6	0.082	<b>0.7</b>

0.7 < 5% - Válido por caída de tensión

## LINEA 2: CT4 – CGP10

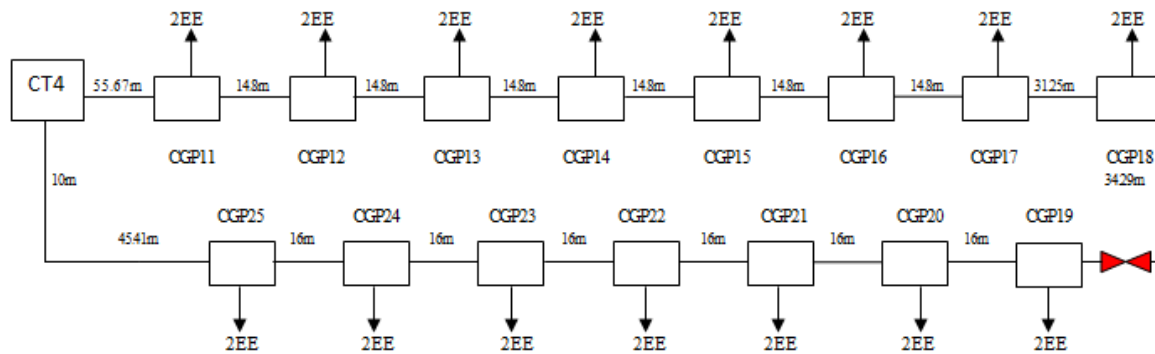


TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP1	112	6.81	0.115	0.115
CGP1 – CGP3	92	28.61	0.398	0.513
CGP3 – CGP5	73.6	29.6	0.329	0.842
CGP5 – CGP7	55.2	29.6	0.247	1.089
CGP7 – CGP9	36.8	29.6	0.164	1.253
CGP9 – CGP10	18.4	14.8	0.041	<b>1.294</b>

1.294 < 5% - Válido por caída de tensión

### 2.1.1.1.8 POTENCIAS CONECTADAS EN CT4 - ANILLO 2

**CT4 – ANILLO2:** Formado por 32 abonados de electrificación elevada. **(Ver Plano 7)**



#### 2.1.1.1.8.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum(P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Distribución de cargas:

$$P_{cgp11} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp12} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp13} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp14} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp15} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp16} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp17} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp18} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp19} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp20} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp21} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp22} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp23} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp24} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp25} = 2 EE = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

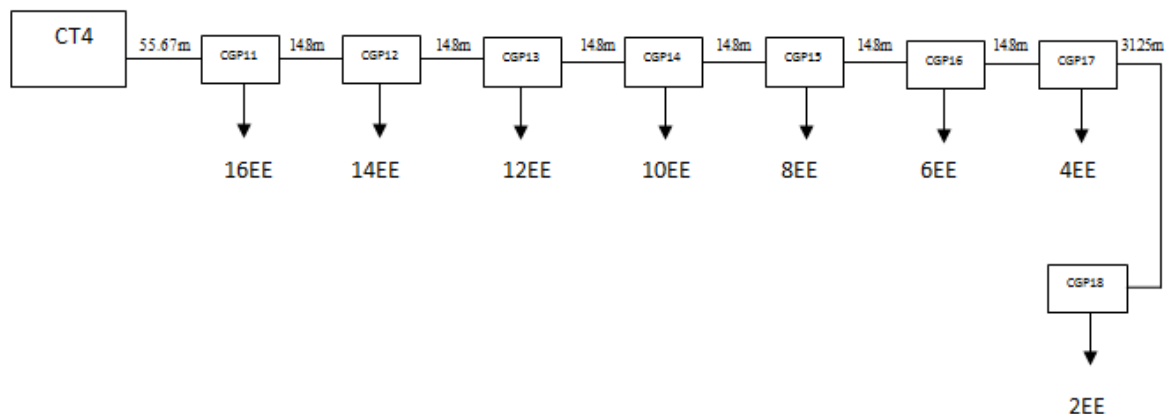
$$\Sigma P = 18.4 \times 15 = \mathbf{276 \text{ kw}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P \times L &= 18.4 \times 55.67 + 18.4 \times 70.47 + 18.4 \times 85.27 + 18.4 \times 100.07 + 18.4 \times \\ &114.87 + 18.4 \times 129.67 + 18.4 \times 144.47 + 18.4 \times 175.72 + 18.4 \times 210.01 + 18.4 \times \\ &226.01 + 18.4 \times 242.01 + 18.4 \times 258.01 + 18.4 \times 274.01 + 18.4 \times 290.01 + 18.4 \times \\ &306.01 = 49353.95 \text{ kw} \times \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{p.m.t} = \frac{49353.95}{276} = \mathbf{178.81 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP18** y **CGP19** a una distancia al origen de **175.72m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CT4 – CGP18



#### 2.1.1.1.8.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT4

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP11** sin aplicar coeficientes de simultaneidad al ser viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp18:

$$P_{cgp18} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp17:

$$P_{cgp17} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp16:

$$P_{cgp16} = 6 EE = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp15:

$$P_{cgp15} = 8 EE = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp14:

$$P_{cgp14} = 10 EE = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp13:

$$P_{cgp13} = 12 EE = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp12:

$$P_{cgp12} = 14 EE = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp11:

$$P_{cgp11} = 16 EE = 16 \times 9.2 = \mathbf{147.2 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{147.2 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{236.07 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 x 240 + 1 x 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 > 175.72 m

#### 2.1.1.1.8.3 Comprobación de la Intensidad máxima admisible por criterio de calentamiento L1-CT4

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 236.07 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{236.07}{0.85} = 277.72 \text{ (A)}$$

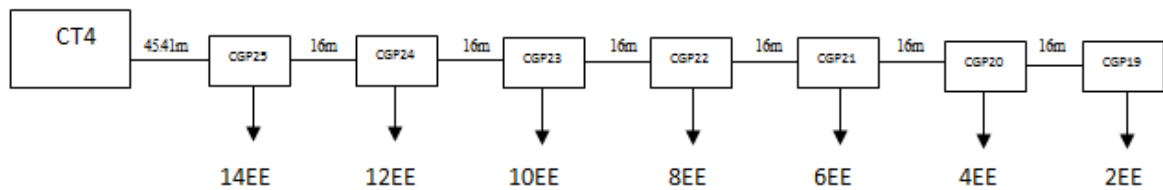
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}}$$

$$289 \text{ (A)} > 236.07 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CT4 – CGP19



### 2.1.1.1.8.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP25**.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$



Potencia en el punto cgp25:

$$P_{cgp25} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp24:

$$P_{cgp24} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp23:

$$P_{cgp23} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp22:

$$P_{cgp22} = 8 \text{ EE} = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp21:

$$P_{cgp21} = 10 \text{ EE} = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp20:

$$P_{cgp20} = 12 \text{ EE} = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp19:

$$P_{cgp19} = 14 \text{ EE} = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{128.8 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{206.56 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 165 m > 141.41 m

#### **2.1.1.1.8.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CT4**

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario.

En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{\max} = 206.56 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \frac{I_{\max}}{Kt} = \frac{206.56}{0.85} = 243.01 \text{ (A)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 221 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$221 \text{ (A)} > 206.56 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es no es valido al tener un valor mayor que los calculados por lo que si dejaramos esta sección se quemaría.

Selecciono una sección mayor:

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ que admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$289 \text{ (A)} > 206.56 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

#### Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 175.72 m

#### Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 206.56 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 141.41 m

### 2.1.1.1.8.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta  $U$  en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

$W$  = potencia en kW.

$L$  = longitud del tramo en km.

$U$  = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0.484$

$R$  = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

$X$  = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase ( $\text{mm}^2$ )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240  $\text{mm}^2$ .

$R = 0.125 \Omega/\text{km}$

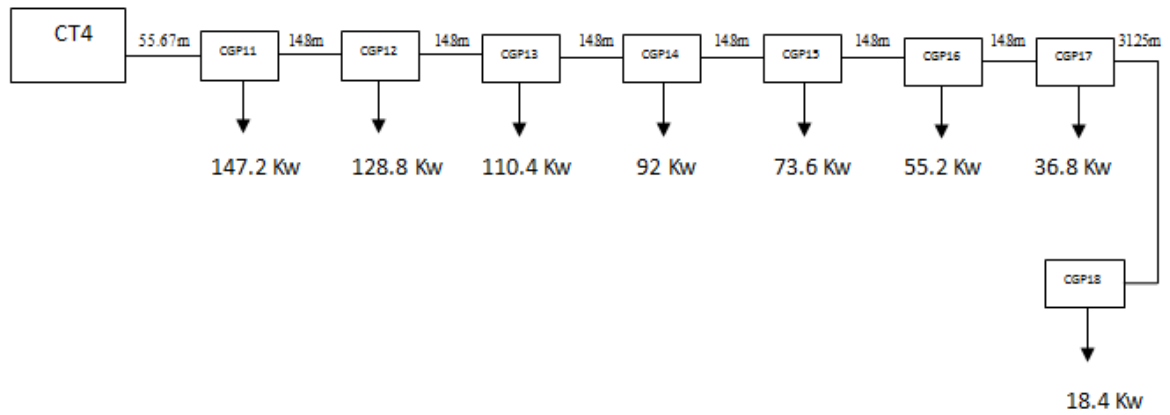
$X = 0.07 \Omega/\text{km}$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante  $K$ :

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

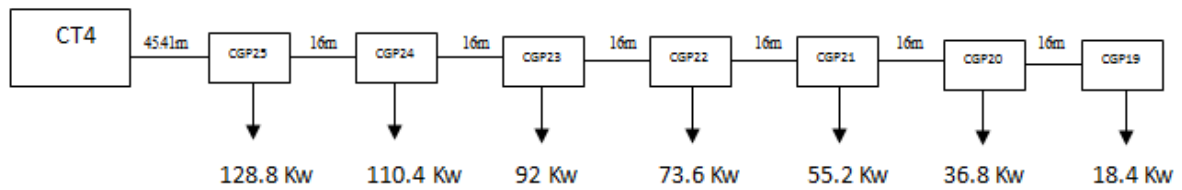
### LINEA 1: CT4 – CGP18



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CT – CGP11	147.2	55.67	0.813	0.813
CGP11 – CGP12	128.8	14.8	0.189	1.002
CGP12 – CGP13	110.4	14.8	0.162	1.164
CGP13 – CGP14	92	14.8	0.135	1.299
CGP14 – CGP15	73.6	14.8	0.108	1.407
CGP15 – CGP16	55.2	14.8	0.081	1.488
CGP16 – CGP17	36.8	14.8	0.054	1.542
CGP17 – CGP18	18.4	31.25	0.057	<b>1.599</b>

1.599 < 5% - Válido por caída de tensión

## LINEA 2: CT4 – CGP19



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	% $\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CT – CGP25	128.8	45.41	0.580	0.580
CGP25 – CGP24	110.4	16	0.175	0.755
CGP24 – CGP23	92	16	0.146	0.901
CGP23 – CGP22	73.6	16	0.116	1.017
CGP22 – CGP21	55.2	16	0.087	1.104
CGP21 – CGP20	36.8	16	0.058	1.162
CGP20 – CGP19	18.4	16	0.029	<b>1.191</b>

1.191 < 5% - Válido por caída de tensión

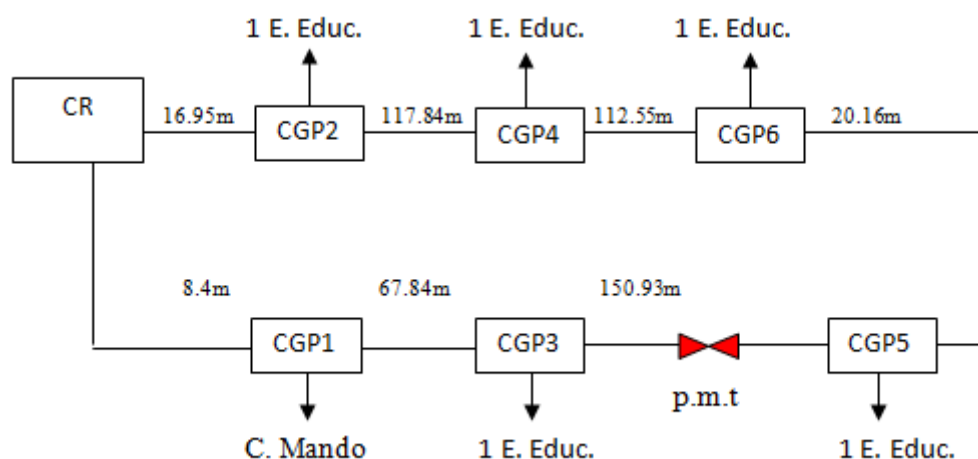
### 2.1.1.1.9 POTENCIAS CONECTADAS EN CR - ANILLO 1

**CR - ANILLO1:** Formado por 5 cargas del equipamiento educativo más la potencia del centro de mando correspondiente al alumbrado de los viales. **(Ver Plano 8)**

Estimaremos la carga considerando una potencia de 5 W por cada metrocuadrado.

$$P_{EE} = \text{Área (m}^2\text{)} \times 5 \text{ w} = 15101.92 \times 5 = 75.509 \text{ kw}$$

$$\frac{75.509 \text{ Kw}}{5} = 15.10 \text{ kw}$$



#### 2.1.1.1.9.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

- Distribución de cargas:

$$P_{cgp2} = 1 \text{ E.Educ.} = 1 \times 15.10 = 15.10 \text{ kw}$$

$$P_{cgp6} = 1 \text{ E.Educ.} = 1 \times 15.10 = 15.10 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 1 \text{ E.Educ.} = 1 \times 15.10 = 15.10 \text{ kw}$$

$$P_{cgp7} = 1 \text{ E.Educ.} = 1 \times 15.10 = 15.10 \text{ kw}$$

$$P_{cgp4} = 1 \text{ E.Educ.} = 1 \times 15.10 = 15.10 \text{ kw}$$

$$P_{cgp1} = \text{C. Mando} = 20 \text{ Kw}$$

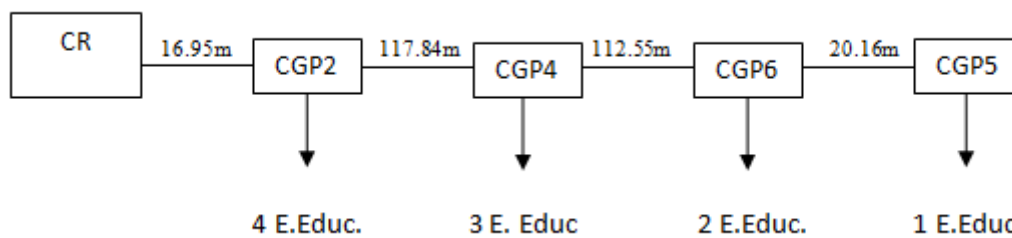
$$\Sigma P = 15.10 \times 5 + 20 = \mathbf{95.5 \text{ kw}}$$

$$\Sigma P \times L = 15.10 \times 16.95 + 15.10 \times 134.79 + 15.10 \times 247.34 + 15.10 \times 267.5 + 15.10 \times 418.43 + 20 \times 486.27 = \mathbf{26109.05 \text{ kw} \times \text{m}}$$

$$p.m.t = \frac{26109.05}{95.5} = \mathbf{273.39 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP3** y **CGP5** a una distancia al origen de **267.5 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA 1: CR – CGP5



#### 2.1.1.1.9.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CR

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP2**.

$$\frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$



Potencia en el punto cgp5:

$$P_{cgp5} = 1 \text{ E. Educ.} = 1 \times 15.10 = \mathbf{15.10 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp6:

$$P_{cgp6} = 2 \text{ E. Educ.} = 2 \times 15.10 = \mathbf{30.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp4:

$$P_{cgp4} = 3 \text{ E. Educ.} = 3 \times 15.10 = \mathbf{45.3 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp2:

$$P_{cgp2} = 4 \text{ E. Educ.} = 4 \times 15.10 = \mathbf{60.4 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{60.4 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{96.86 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV  $3 \times 150 + 1 \times 95 \text{ Al}$
- Fusible de 100 (A) > 96.86 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 470 m > 267.5 m

### 2.1.1.1.9.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CR

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{\max} = 96.86 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \frac{I_{\max}}{Kt} = \frac{96.86}{0.85} = 113.95 \text{ (A)}$$

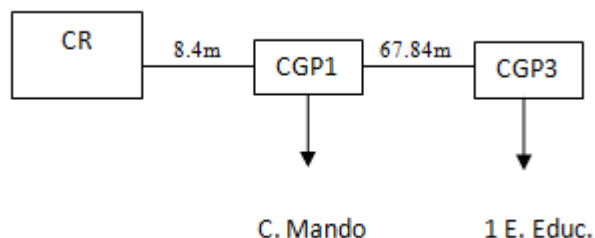
$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 221 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$221 \text{ (A)} > 96.86 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 100 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CR – CGP3



#### 2.1.1.1.9.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CR

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP1**.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Potencia en el punto cgp3:

$$P_{cgp3} = 1 \text{ E. Educ.} = 1 \times 15.10 = \mathbf{15.10 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp1:

$$P_{cgp1} = \text{C. Mando} + 1 \text{ E. Educ.} = 20 + 15.10 = \mathbf{35.10 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{35.10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{56.29 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 100 (A) > 56.29 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 470 m > 76.24 m

#### 2.1.1.1.9.5 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L2-CR

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{\max} = 56.29 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \frac{I_{\max}}{K_t} = \frac{56.29}{0.85} = 66.22 \text{ (A)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ admite } 260 \text{ (A)} \times K_t (0.85) = 221 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$221 \text{ (A)} > 56.29 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 100 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 100 (A) > 96.86 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 470 m > 267.5 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 150 + 1 × 95 Al
- Fusible de 100 (A) > 56.29 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 470 m > 76.24 m

### 2.1.1.1.9.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta  $U$  en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

$W$  = potencia en kW.

$L$  = longitud del tramo en km.

$U$  = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0.484$

$R$  = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

$X$  = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase ( $\text{mm}^2$ )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

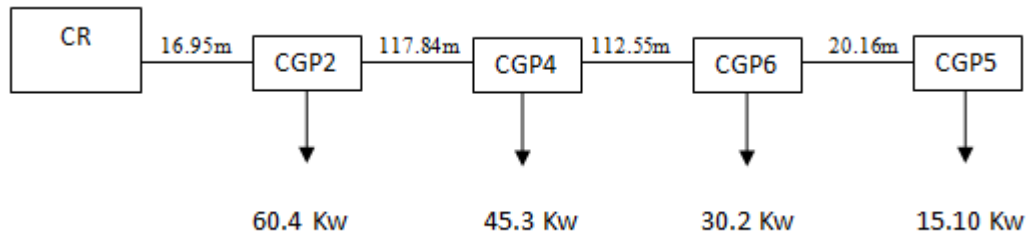
Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 150  $\text{mm}^2$ .  $\left\{ \begin{array}{l} R = 0.206 \Omega/\text{km} \\ X = 0.075 \Omega/\text{km} \end{array} \right.$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \operatorname{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \operatorname{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.206 + 0.075 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.1514$$

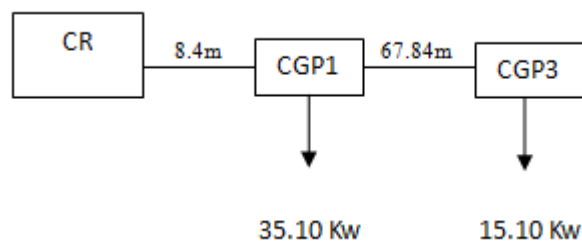
### LINEA 1: CR – CGP5



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	$\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CR – CGP2	60.4	16.95	0.155	0.155
CGP2 – CGP4	45.3	117.84	0.808	0.963
CGP4 – CGP6	30.2	112.55	0.514	1.477
CGP6 – CGP5	15.10	20.16	0.046	<b>1.523</b>

1.523 < 5% - Válido por caída de tensión

### LINEA 2: CR – CGP3



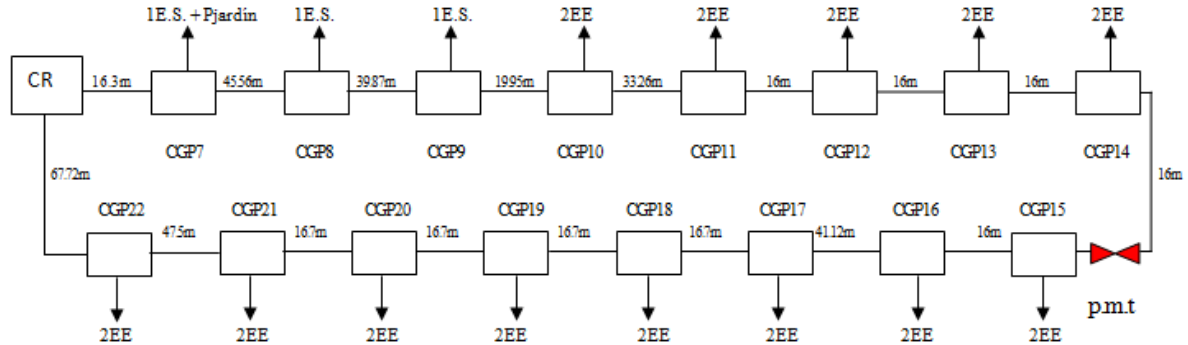
TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	% $\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CR – CGP1	35.10	8.4	0.044	0.044
CGP1 – CGP3	15.10	67.84	0.155	<b>0.199</b>

0.199 < 5% - Válido por caída de tensión



### 2.1.1.1.10 POTENCIAS CONECTADAS EN CR - ANILLO 2

**CR – ANILLO 2:** Formado por 26 abonados de electrificación elevada más 3 cargas del equipamiento social más la potencia del jardín 4EL. **(ver Plano 8)**



#### 2.1.1.1.10.1 Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$p.m.t = \frac{\sum (P \times L)_o}{\sum P}$$

P = Potencia en kw

L = Longitud desde el origen a cada punto en m.

$$P_{cgp7} = 1 \text{ E.S.} + P_{jardín} = 1 \times 14.46 + 12.6 = 27.06 \text{ kw}$$

$$P_{cgp8} = 1 \text{ E.S.} = 1 \times 14.46 = 14.46 \text{ kw}$$

$$P_{cgp9} = 1 \text{ E.S.} = 1 \times 14.46 = 14.46 \text{ kw}$$

$$P_{cgp10} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp11} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp12} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp13} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp14} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp15} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp16} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp17} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp18} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp19} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp20} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp21} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

$$P_{cgp22} = 2 \text{ EE} = 2 \times 9.2 = 18.4 \text{ kw}$$

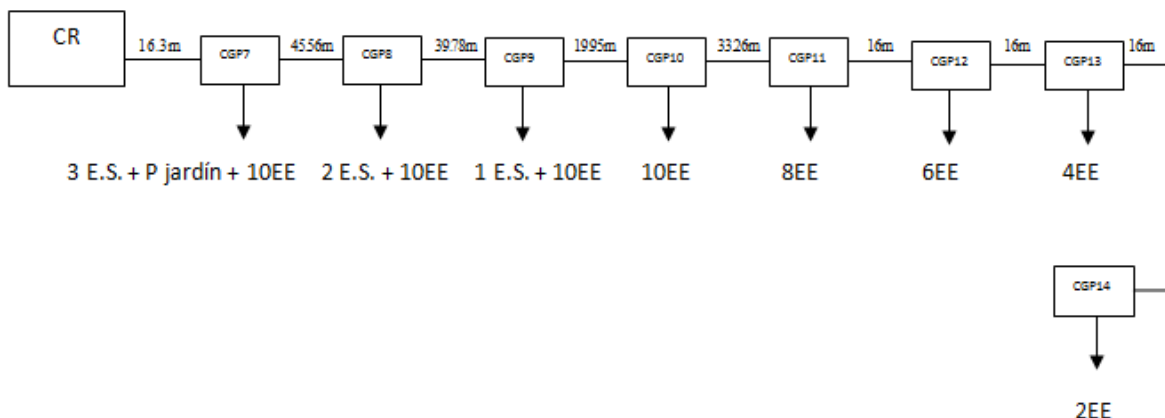
$$\Sigma P = 27.06 + 14.46 \times 2 + 18.4 \times 13 = \mathbf{295.18 \text{ kw}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P \times L &= 27.06 \times 16.3 + 14.46 \times 61.86 + 14.46 \times 101.73 + 18.4 \times 121.68 + 18.4 \times \\ &154.94 + 18.4 \times 170.94 + 18.4 \times 186.94 + 18.4 \times 202.94 + 18.4 \times 218.94 + 18.4 \times \\ &234.94 + 18.4 \times 276.06 + 18.4 \times 292.76 + 18.4 \times 309.46 + 18.4 \times 326.16 + 18.4 \times \\ &342.86 + 18.4 \times 390.36 = \mathbf{62219.82 \text{ kw} \times \text{m}} \end{aligned}$$

$$p.m.t = \frac{62219.82}{295.18} = \mathbf{210.78 \text{ m}}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos **CGP14** y **CGP15** a una distancia al origen de **202.94 m**, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos de acuerdo con los esquemas representados a continuación.

#### LINEA N° 1: CR – CGP14



#### 2.1.1.1.10.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CR

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP11** sin aplicar coeficientes de simultaneidad al ser viviendas unifamiliares (dúplex).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp14:

$$P_{cgp14} = 2 EE = 2 \times 9.2 = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp13:

$$P_{cgp13} = 4 EE = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp12:

$$P_{cgp12} = 6 EE = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp11:

$$P_{cgp11} = 8 EE = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp10:

$$P_{cgp10} = 10 EE = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp9:

$$P_{cgp9} = 1 C.S. + 10 EE = 1 \times 14.46 + 92 = \mathbf{106.46 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp8:

$$P_{cgp8} = 2 C.S. + 10 EE = 2 \times 14.46 + 92 = \mathbf{120.92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp7:

$$P_{cgp7} = 3 C.S. + P_{jardín} + 10 EE = 3 \times 14.46 + 12.6 + 92 = \mathbf{147.98 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{147.98 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{237.32 \text{ A}}$$

De acuerdo con las siguientes tablas:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
XZ1(S) 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
XZ1(S) 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Tabla 4. Distancia que protege el fusible

Selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 x 240 + 1 x 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 237.32 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 > 202.94 m

#### 2.1.1.1.10.3 Comprobación de la Intensidad maxima admisible por criterio de calentamiento L1-CR

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad maxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

<b>Intensidad máxima admisible en A</b> <b>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al</b> <b>Cables en triángulo en contacto</b>			
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>	<b>Directamente soterrados</b>	<b>En tubular soterrada</b>	<b>Al aire, protegido del sol</b>
<b>Aluminio</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>Cobre</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b> <b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b> <b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{max} = 237.32 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{max \text{ tabla}} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{237.32}{0.85} = 279.2 \text{ (A)}$$

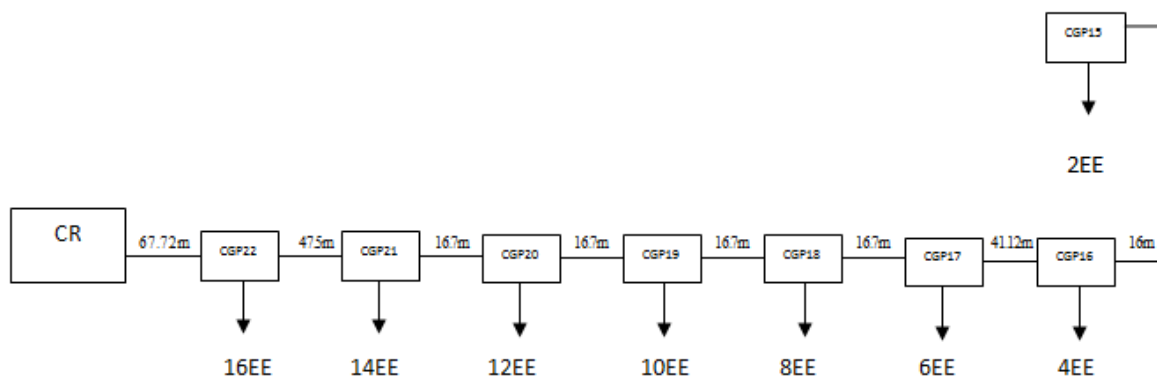
$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{adm.} > I_{max}$$

$$289 \text{ (A)} > 237.32 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

## LINEA 2: CR – CGP15



### 2.1.1.1.10.4 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CR

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en el punto **CGP22**.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Potencia en el punto cgp15:

$$P_{cgp15} = 2 \text{ EE} = \mathbf{18.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp16:

$$P_{cgp16} = 4 \text{ EE} = 4 \times 9.2 = \mathbf{36.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp17:

$$P_{cgp17} = 6 \text{ EE} = 6 \times 9.2 = \mathbf{55.2 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp18:

$$P_{cgp18} = 8 \text{ EE} = 8 \times 9.2 = \mathbf{73.6 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp19:

$$P_{cgp19} = 10 \text{ EE} = 10 \times 9.2 = \mathbf{92 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp20:

$$P_{cgp20} = 12 \text{ EE} = 12 \times 9.2 = \mathbf{110.4 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp21:

$$P_{cgp21} = 14 \text{ EE} = 14 \times 9.2 = \mathbf{128.8 \text{ kw}}$$

Potencia en el punto cgp22:

$$P_{cgp22} = 16 \text{ EE} = 16 \times 9.2 = \mathbf{147.2 \text{ kw}}$$

Intensidad de corriente:

$$I = \frac{147.2 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = \mathbf{236.07 \text{ A}}$$

De acuerdo con tablas antes utilizadas selecciono:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 239.14 m

### 2.1.1.1.10.5 Comprobación de la Intensidad máxima admisible por criterio de calentamiento L2-CR

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicaré un factor de corrección para el caso que sea necesario. En nuestro caso al tener una instalación tipo el unico factor de corrección utilizado será por agrupación de cables.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

**Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7



**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

<b>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</b>					
<b>Grupos dispuestos en un plano horizontal</b>					
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Cables directamente soterrados</b>				
	<b>Distancias entre grupos en mm</b>				
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

$$I_{\max} = 236.07 \text{ (A)}$$

f.d.c (Kt) = 0.85 → Agrupación de dos cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\max \text{ tabla}} = \frac{I_{\max}}{Kt} = \frac{236.07}{0.85} = 277.72 \text{ (A)}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2 \text{ admite } 340 \text{ (A)} \times Kt (0.85) = 289 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$289 \text{ (A)} > 236.07 \text{ (A)}$$

Nuestro Fusible seleccionado es de 250 (A) y es valido al estar entre los valores calculados de Intensidad máxima admisible del cable y la Intensidad máxima de transporte.

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución será:

Línea 1:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 237.32 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 > 202.94 m

Línea 2:

- Cable XZ1(S) 0.6 / 1 KV 3 × 240 + 1 × 150 Al
- Fusible de 250 (A) > 236.07 (A)
- Longitud protegida por cortocircuito = 260 m > 239.14 m

**2.1.1.1.10.6 Cálculo de la caída de tensión L1 Y L2.**

El cálculo de la caída de tensión lo realizo en función del momento eléctrico ( $W \times L$ ), donde  $\% \Delta U$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \tan \varphi)$$

Donde:

$\Delta U$  = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\cos \varphi = 0,9$ .  $\longrightarrow$   $\tan \varphi = 0.484$

R = resistencia eléctrica del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

X = reactancia inductiva del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase (mm <sup>2</sup> )	R-20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 3. Características de los conductores

Características del conductor: Al XZ1(S) 0.6 / 1 KV de 240 mm<sup>2</sup>.

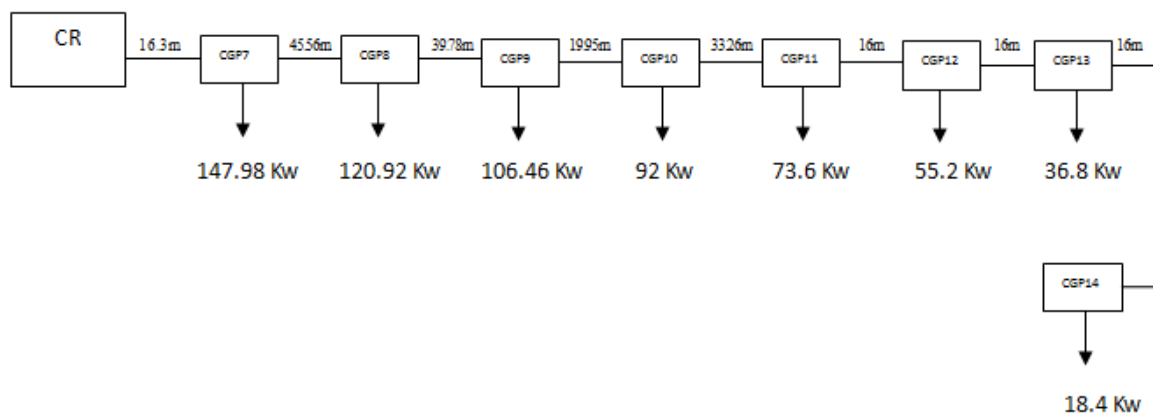
$R = 0.125 \, \Omega/\text{km}$   
 $X = 0.07 \, \Omega/\text{km}$

$$\% \Delta U = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X \times \text{tg} \varphi) = W \times L \times K$$

Despejando el valor de la constante K:

$$K = \frac{R + X \times \text{tg} \varphi}{10 \times U^2} = \frac{0.125 + 0.07 \times 0.484}{10 \times 0.4^2} = 0.0993$$

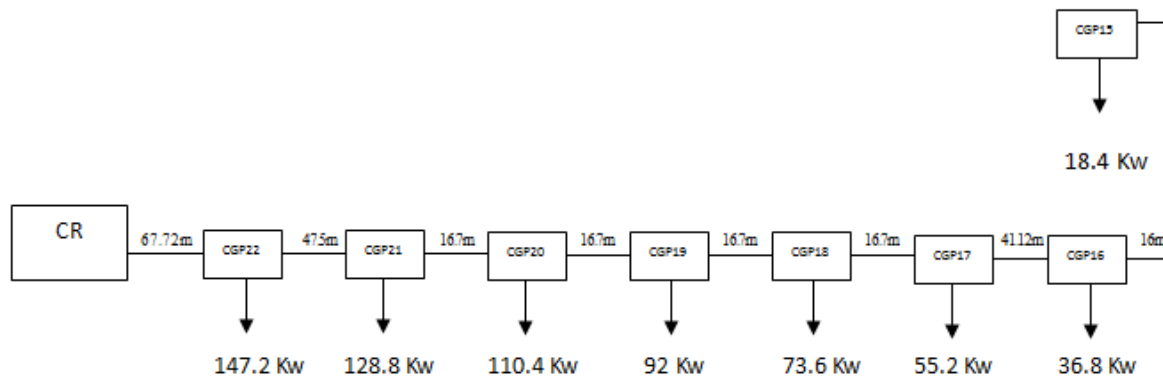
### LINEA 1: CR – CGP14



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CR – CGP7	147.98	16.3	0.239	0.239
CGP7 – CGP8	120.92	45.56	0.547	0.786
CGP8 – CGP9	106.46	39.87	0.421	1.207
CGP9 – CGP10	92	19.95	0.182	1.389
CGP10 – CGP11	73.6	33.26	0.243	1.632
CGP11 – CGP12	55.2	16	0.087	1.719
CGP12 – CGP13	36.8	16	0.058	1.777
CGP13 – CGP14	18.4	16	0.029	<b>1.806</b>

1.806 < 5% - Válido por caída de tensión

## LINEA 2: CR – CGP15



TRAMO	POTENCIA (KW)	LONGITUD (m)	%ΔU	%ΔU acumulado
CR – CGP22	147.2	67.62	0.989	0.989
CGP22 – CGP21	128.8	47.5	0.607	1.596
CGP21 – CGP20	110.4	16.7	0.183	1.779
CGP20 – CGP19	92	16.7	0.152	1.931
CGP19 – CGP18	73.6	16.7	0.122	2.053
CGP18 – CGP17	55.2	16.7	0.091	2.144
CGP17 – CGP16	36.8	41.12	0.150	2.294
CGP16 – CGP15	18.4	16	0.029	<b>2.323</b>

2.323 < 5% - Válido por caída de tensión

### 2.1.2. Tabla resumen cálculos eléctricos.

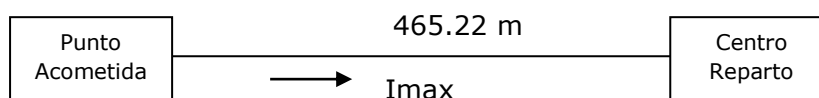
CT	ANILLO	LONGITUD (m)	P.M.T (m)	LINEA	CABLE	LONGITUD (m)	POTENCIA (kw)	INTENSIDAD (A)	FUSIBLE (A)	%ΔU
CT1	ANILLO 1	264.45	139.56	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	132.27	188.705	302.63	315	1.758
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	230.05	143.45	230.05	250	0.921
	ANILLO 2	388	154.29	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	141.8	162.733	260.98	315	1.012
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	212.05	125.25	200.86	250	1.465
CT2	ANILLO 1	264.93	126.82	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	119.09	194.45	311.84	315	1.451
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	132.47	183.02	293.51	315	1.569
	ANILLO 2	271.13	168.14	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	165.31	128.8	206.56	250	1.1
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	90.16	181.13	290.48	315	0.871
CT3	ANILLO 1	366.27	172.66	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	162.14	165.6	265.58	315	1.603
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	188.04	131.2	210.41	250	1.29
	ANILLO 2	418.63	166.12	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	155.17	147.2	236.07	250	1.434
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	246.76	128.8	206.56	250	2.236

CT	ANILLO	LONGITUD (m)	P.M.T (m)	LINEA	CABLE	LONGITU D (m)	POTENCIA (kw)	INTENSIDAD (A)	FUSIBLE (A)	%ΔU
CT4	ANILLO 1	275.6	136.55	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x150 + 1x95 Al	106.98	85.28	136.76	160	0.7
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x150 + 1x95 Al	139.02	112	179.62	200	1.294
	ANILLO 2	351.42	178.81	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	175.72	147.2	236.07	250	1.599
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	141.41	128.8	206.56	250	1.191
CR	ANILLO 1	494.67	273.39	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x150 + 1x95 Al	267.5	60.4	96.86	100	1.523
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x150 + 1x95 Al	76.24	35.1	56.29	100	0.199
	ANILLO 2	458.08	210.78	LINEA 1	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	202.94	147.98	237.32	250	1.806
				LINEA 2	XZ1(S) 0.6/1KV 3x240 + 1x150 Al	239.14	147.2	236.07	250	2.323

## 2.2 RED DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1 LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:



#### Ver Plano 9

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 5 centros de transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas y servicios del residencial. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 5 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 2000 kVA.

CT N°	S (KVA)
1	400
2	400
3	400
4	400
CMR	400

El CMR realiza las funciones de maniobra y reparto enlazando la línea de acometida con el anillo de media tensión y el centro de transformación de abonado.

#### 2.2.1.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

La corriente máxima permanente que el cable debe transportar se determinará en función de la potencia a transmitir (2000 KVA) y la tensión nominal de la línea (20 KV).

### 2.2.1.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

$$I = \frac{S \text{ (KVA)}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{2000}{\sqrt{3} \times 20} = 57.73 \text{ (A)}$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25°C siendo el unico factor de corrección utilizado el de agrupación de cables.

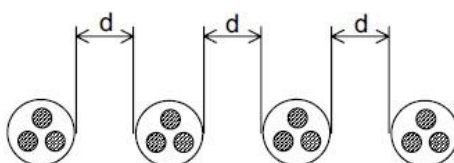
En la tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-





f.d.c (Kt) = 0.63 → Agrupación de cuatro cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{\text{max}}}{Kt} = \frac{57.73}{0.63} = 91.63 \text{ (A)}$$

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt (0.63) = 173.25 (A)

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}} \\ 173.25 \text{ (A)} > 57.73 \text{ (A)}$$

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{57.73}{150} = 0.3848 \text{ A/mm}^2$$

Siendo S = sección del conductor

#### 2.2.1.1.2 Criterio de caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla:

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup>  $\left\{ \begin{array}{l} R = 0.277 \, \Omega/\text{km} \\ X = 0.112 \, \Omega/\text{km} \end{array} \right.$

En nuestro caso tendremos:

- I = 57.73 A
- X = 0,112  $\Omega/\text{km}$
- R = 0,277  $\Omega/\text{km}$
- Cos  $\varphi$  = 0,9
- Sen  $\varphi$  = 0,435
- L = 465 m (0,465 Km)

Por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 57.73 \times 0.465 (0.277 \times 0.9 + 0.112 \times 0.435) = 13.85 \, \text{V}$$

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U \times 100}{U} = \frac{13.85 \times 100}{20 \times 10^3} = 0.069 \% < 5 \% \longrightarrow \text{Válido}$$

#### 2.2.1.1.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores:

En la siguiente tabla se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA  
(Incremento de temperatura 160  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$ )

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105  $^{\circ}\text{C}$  y como temperatura final la de cortocircuito > 250  $^{\circ}\text{C}$ . La diferencia entre ambas temperaturas es  $\Delta\theta$ .

En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I = Corriente de cortocircuito, en amperios.
- S = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.
- K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- t = Duración del cortocircuito, en segundos.

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento  $\Delta\theta'$  de temperatura distinto del tabulado  $\Delta\theta=160$  °C, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{(\Delta\theta / \Delta\theta')}$$

Tipo de aislamiento	Tensión KV	Incremento temperatura $\theta$ en K	Duración del cortocircuito, t en seg.								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	160	289	213	172	133	94	77	66	59	54

Densidad de corriente del conductor, en A/mm<sup>2</sup>

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA  
(Incremento de temperatura 160  $\theta$  en °C)

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red.

Iberdrola establece esta potencia en el entronque realizado en el CT existente, es decir donde comienza la línea subterránea de M.T., que es de **Pcc = 350 MVA**, para la tensión **U=20KV**, con lo que tendremos una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ KA}$$

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{10,10 \times 10^3}{150} = 67,33 \text{ A/mm}^2$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, por tanto, el conductor elegido puede soportar la intensidad de cortocircuito que pueda producirse.

De la tabla anterior vemos que para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento HEPR 150 mm<sup>2</sup>, que soporta una densidad de corriente de **133 A/mm<sup>2</sup>**, soportará una intensidad de corriente de **19.9 kA**, muy superior a la intensidad de cortocircuito, con lo que queda comprobada la eficiencia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

#### 2.2.1.1.4 Otras características eléctricas:

##### 2.2.1.1.4.1 Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \text{tg } \varphi)} \cdot \% \Delta U_{\max} = \frac{20^2}{100 \times (0,277 + 0,112 \cdot 0,484)} \cdot 5 = 60,385 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

##### 2.2.1.1.4.2 Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60,385}{0,465} = 129,86 \text{ MW}$$

##### 2.2.1.1.4.3 Intensidad de cortocircuito admisible en las pantallas:

En la siguiente tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

Para una pantalla de 16 mm<sup>2</sup> y un t = 0.5 s.

$$I_{cc_{adm}} = \frac{10.10KA}{3fases} = 3.36KA < 4.11KA$$

#### 2.2.1.2. Tablas resultado de cálculos.

<b>LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO</b>	
Tipo de conductor	<b>HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm<sup>2</sup>) Al</b>
Intensidad de corriente	<b>57.73 A</b>
Densidad de corriente	<b>67.33 A/mm<sup>2</sup></b>
Resistencia	<b>0.277 Ω/km</b>
Reactancia	<b>0.112 Ω/km</b>
Longitud	<b>465.22 m</b>
Caída de tensión	<b>13.85 V</b>
% Caída de tensión	<b>0.069 %</b>
Capacidad de transporte	<b>60.385 MW·km</b>
Potencia máx. de transporte	<b>129.86 MW</b>
Intensidad adm. cortocircuito	<b>10.10 KA (t = 0,5 seg)</b>

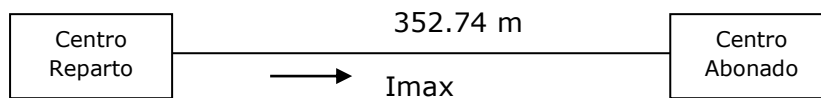
#### 2.2.1.3 Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

### 2.2.2 LSMT CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:



**Ver Plano 10**

#### 2.2.2.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

La corriente máxima permanente que el cable debe transportar se determinará en función de la potencia a transmitir (2000 KVA) y la tensión nominal de la línea (20 KV).

##### 2.2.2.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

- Intensidad de corriente

$$I = \frac{S \text{ (KVA)}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.54 \text{ (A)}$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25°C siendo el único factor de corrección utilizado el de agrupación de cables.

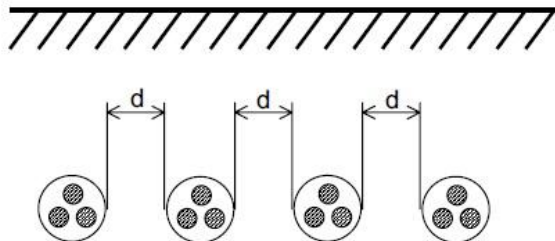
En la tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



f.d.c (Kt) = 0.63 → Agrupación de cuatro cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\text{max tabla}} = \frac{I_{\text{max}}}{K_t} = \frac{11.54}{0.63} = 18.31 \text{ (A)}$$

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt (0.63) = 173.25 (A)

$$I_{\text{adm.}} > I_{\text{max}} \\ 173.25 \text{ (A)} > 11.54 \text{ (A)}$$

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{11.54}{150} = 0.0769 \text{ A/mm}^2$$

Siendo S = sección del conductor

#### 2.2.2.1.2 Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla:

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup> {  
R = 0.277 Ω/km  
X = 0.112 Ω/km



En nuestro caso tendremos:

- $I = 11.54 \text{ A}$
- $X = 0,112 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $R = 0,277 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $\cos \varphi = 0,9$
- $\sin \varphi = 0,435$
- $L = 352.74 \text{ m (0,352 Km)}$

Por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 11.54 \times 0.352 (0.277 \times 0.9 + 0.112 \times 0.435) = 2.096 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U \times 100}{U} = \frac{2.096 \times 100}{20 \times 10^3} = 0.01 \% < 5 \% \longrightarrow \text{Válido}$$

### 2.2.2.1.3 Criterio de Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores:

En la siguiente tabla se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA  
(Incremento de temperatura 160 ° en °C)

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito > 250 °C. La diferencia entre ambas temperaturas es  $\Delta\theta$ .

En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I = Corriente de cortocircuito, en amperios.
- S = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.
- K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- t = Duración del cortocircuito, en segundos.

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s. Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento  $\Delta\theta'$  de temperatura distinto del tabulado  $\Delta\theta=160$  °C, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{(\Delta\theta' / \Delta\theta)}$$

Tipo de aislamiento	Tensión KV	Incremento temperatura $\theta$ en K	Duración del cortocircuito, t en seg.								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	160	289	213	172	133	94	77	66	59	54

Densidad de corriente del conductor, en A/mm<sup>2</sup>

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA  
(Incremento de temperatura 160  $\theta$  en °C)

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red.

Iberdrola establece esta potencia en el entronque realizado en el CT existente, es decir donde comienza la línea subterránea de M.T., que es de **P<sub>cc</sub> = 350 MVA**, para la tensión **U=20KV**, con lo que tendremos una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,10 \text{ KA}$$

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{10 \times 10^3}{150} = 67.33 \text{ A/mm}^2$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, por tanto, el conductor elegido puede soportar la intensidad de cortocircuito que pueda producirse.

De la tabla anterior vemos que para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento HEPR 150 mm<sup>2</sup>, que soporta una densidad de corriente de **133 A/mm<sup>2</sup>**, soportará una intensidad de corriente de **19.9 kA**, muy superior a la intensidad de cortocircuito, con lo que queda comprobada la eficiencia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

## 2.2.2.2 Otras características eléctricas:

### 2.2.2.2.1 Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \tan \phi)} \quad \% \Delta U_{\max} = \frac{20^2}{100 \times (0.277 + 0.112 \cdot 0.484)} \quad S = 60.385 MW \times Km$$

### 2.2.2.2.2 Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.352} = 171.54 MW$$

### 2.2.2.2.3 Intensidad de cortocircuito admisible en las pantallas.

En la siguiente tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

Para una pantalla de 16 mm<sup>2</sup> y un t = 0.5 s.

$$I_{cc_{adm}} = \frac{10.10 kA}{3 \text{ fases}} = 3.36 kA < 4.11 kA$$

### 2.2.2.3. Tablas resultado de cálculos.

<b>CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACION ABONADO</b>	
Tipo de conductor	<b>HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm<sup>2</sup>) Al</b>
Intensidad de corriente	<b>11.54 A</b>
Densidad de corriente	<b>67.33 A/mm<sup>2</sup></b>
Resistencia	<b>0.277 <math>\Omega</math>/km</b>
Reactancia	<b>0.112 <math>\Omega</math>/km</b>
Longitud	<b>352.74 m</b>
Caída de tensión	<b>2.096 V</b>
% Caída de tensión	<b>0.01 %</b>
Capacidad de transporte	<b>60.385 MW·km</b>
Potencia máx. de transporte	<b>171.54 MW</b>
Intensidad adm. cortocircuito	<b>10.10 KA (t = 0,5 seg)</b>

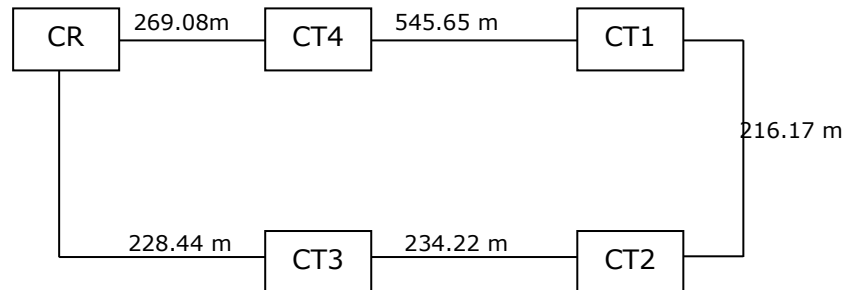
### 2.2.2.4 Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

### 2.2.3 CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

La línea subterránea de media tensión alimentará a los centros de transformación dispuestos en la siguiente configuración en anillo desde el centro de reparto.



**Ver Plano 11**

#### 2.2.3.1 Criterios para la determinación de la sección:

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente
2. Caída de tensión
3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

##### 2.2.3.1.1 Criterio de la sección por intensidad máxima admisible

- Intensidad de corriente:

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

El anillo de media tensión está formado por cinco centros de transformación siendo uno de ellos el centro de reparto.

CT N°	S (KVA)
1	400
2	400
3	400
4	400
CMR	400

La longitud total del anillo de media tensión es de  $L = 1493.56$  m

La intensidad a considerar en cada uno de los transformadores a efectos de cálculo en una LSMT en anillo será de:

$$I = \frac{S(KVA)}{\sqrt{3} \times U(KV)} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.54 \angle 25.84^\circ (A) = 10.38 - j5.03(A)$$

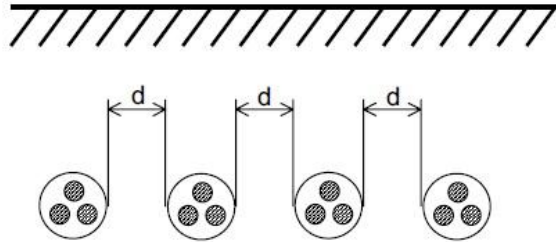
En la tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas o cables tripolares según la ITC – LAT 06 del REBT.

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Al transcurrir por una misma zanja 4 ternas de cables unipolares en el caso más desfavorable, distanciadas entre sí 0.1 m, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT 06 un factor de corrección de 0.63, por tanto la intensidad a considerar, en el caso de la alimentación por uno de los extremos será:

$$I_{\max} = \sum I$$

$$I_{\max} = 5 \times (10.38 - j5.03) = 51.9 - j25.15(A) = 57.67_{25.85^\circ}(A)$$

Aplicando los factores de corrección nos queda:

f.d.c (Kt) = 0.63 → Agrupación de cuatro cables a 0.1 metros de separación.

$$I_{\max} = \frac{57.67}{0.63} = 91.53(A)$$

Selecciono una sección de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 (A) × Kt (0.63) = 173.25 (A)

$$I_{\text{adm.}} > I_{\max}$$

$$173.25 (A) > 91.53 (A)$$

- Densidad de corriente:

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{57.67}{150} = 0.384 \text{ A/mm}^2$$

Siendo S = sección del conductor

### 2.2.3.1.2 Criterio de Caída de Tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Donde los valores de R y X los obtengo de la siguiente tabla:

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup> {

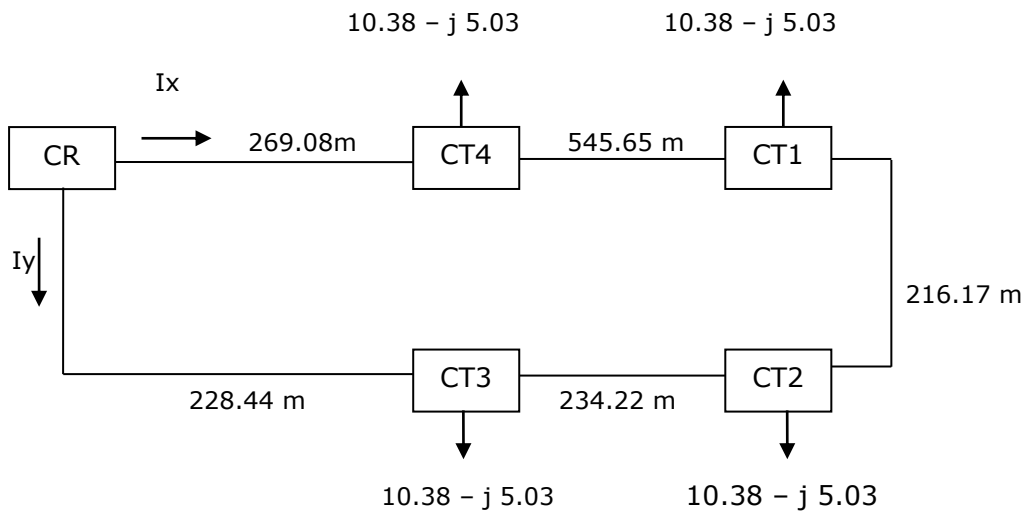
$$\begin{aligned} R &= 0,277 \text{ } \Omega/\text{km} \\ X &= 0,112 \text{ } \Omega/\text{km} \end{aligned}$$



En nuestro caso tendremos:

- $I = 11.54 \text{ A}$
- $X = 0,112 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $R = 0,277 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $\cos \varphi = 0,9$
- $\sin \varphi = 0,435$
- $L = 1493.56 \text{ m (1.493 Km)}$

Una vez calculada la corriente absorbida en cada punto obtenemos el siguiente esquema de distribución de carga



#### Cálculo del punto de mínima tensión:

Para calcular el punto de mínima tensión procederé a determinar las corrientes por los extremos  $I_x$  e  $I_y$  a partir de las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum I - I_y \quad I_y = \frac{\sum (Z \times I)_o}{ZT}$$

Donde:

$$\sum I = 4 \times (10.38 - j5.03) = 41.52 - j20.12(\text{A})$$

$$Z = R + jX = (0.277 + j0.112) \Omega / \text{Km}$$

R: resistencia a 105°C según norma Iberdrola  $0,277 \text{ } \Omega/\text{km}$ .

X: reactancia por fase según norma de Iberdrola  $0,112 \text{ } \Omega/\text{km}$ .

Considerando el Centro de Reparto (CR) como el punto de referencia para el origen de los cálculos determino las impedancias con respecto al origen usando la siguiente expresión:

$$Z = (R + jX) \times L$$

$$Z_{CR-CT4} = (0.277 + j0.112) \times 0.269 = 0.074 + j0.030 = 0.079_{22.06^\circ} \Omega$$

$$Z_{CR-CT1} = (0.277 + j0.112) \times 0.814 = 0.225 + j0.091 = 0.242_{22.02^\circ} \Omega$$

$$Z_{CR-CT2} = (0.277 + j0.112) \times 1.030 = 0.285 + j0.115 = 0.307_{21.97^\circ} \Omega$$

$$Z_{CR-CT3} = (0.277 + j0.112) \times 1.265 = 0.350 + j0.141 = 0.377_{21.94^\circ} \Omega$$

$$Z_{CR-CR'} = (0.277 + j0.112) \times 1.493 = 0.413 + j0.167 = 0.445_{22.01^\circ} \Omega \longrightarrow ZT$$

TRAMO	LONGITUD (km)	Z = (R+JX)×L (Ω)
Z <sub>CR - CT4</sub>	0.269	0.079 + J0.030
Z <sub>CR - CT1</sub>	0.814	0.225 + J0.091
Z <sub>CR - CT2</sub>	1.030	0.285 + J0.115
Z <sub>CR - CT3</sub>	1.265	0.350 + J0.141
Z <sub>CR - CR'</sub>	1.493	0.413 + J0.167

Valores de impedancia desde el origen

TRAMO	LONGITUD (Km)	Z = (R+JX)×L (Ω)
Z <sub>CR - CT4</sub>	0.269	0.079 + J0.030
Z <sub>CT4 - CT1</sub>	0.545	0.150 + J0.061
Z <sub>CT1 - CT2</sub>	0.216	0.059 + J0.024
Z <sub>CT2 - CT3</sub>	0.234	0.064 + J0.026
Z <sub>CT3 - CR</sub>	0.228	0.063 + J0.025

Valores de impedancia por tramos

Utilizando la expresión anterior y sustituyendo valores calculo el valor de I<sub>y</sub>:

$$I_y = \frac{\sum (Z \times I)_o}{ZT}$$

$$I_y = \frac{Z_{CR-CT4} \times I_{CT4} + Z_{CR-CT1} \times I_{CT1} + Z_{CR-CT2} \times I_{CT2} + Z_{CR-CT3} \times I_{CT3}}{ZT}$$

$$I_y = \frac{0.079_{22.06^\circ} \times 11.54_{-25.84^\circ} + 0.242 \times 11.54_{-25.84^\circ} + 0.307_{21.97^\circ} \times 11.54_{-25.84^\circ} + 0.377_{21.94^\circ} \times 11.54_{-25.84^\circ}}{0.445_{22.01^\circ}}$$

$$I_y = \frac{0.911_{-3.78^\circ} + 2.79_{-3.82^\circ} + 3.54_{-3.87^\circ} + 4.35_{-3.9^\circ}}{0.445_{22.01^\circ}}$$

$$I_y = \frac{(0.909 - j0.06) + (2.783 - j0.185) + (3.531 - j0.238) + (4.339 - j0.295)}{0.445_{22.01^\circ}}$$

$$I_y = \frac{11.562 - j0.778}{0.445_{22.01^\circ}}$$

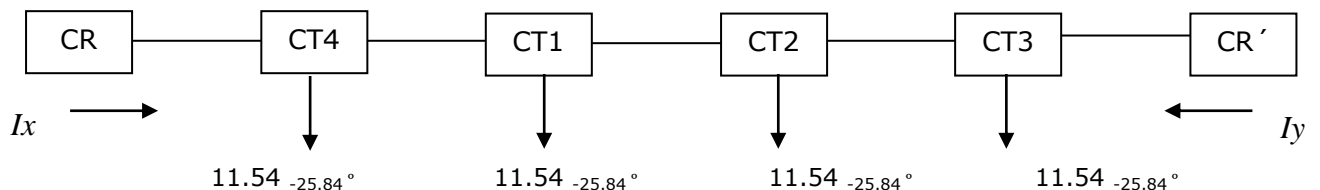
$$I_y = \frac{11.58_{-3.84^\circ}}{0.445_{22.01^\circ}} = 26.02_{-25.85^\circ}(A) = 23.416 - j11.345(A)$$

Procedo de igual manera para el cálculo de  $I_x$ :

$$I_x = \sum I - I_y$$

$$I_x = (41.52 - j20.12) - (23.41 - j11.34) = 18.11 - j8.78(A) = 20.12_{-25.86^\circ}(A)$$

Abrimos el anillo para localizar el punto e mínima tensión obteniendo el siguiente esquema equivalente:



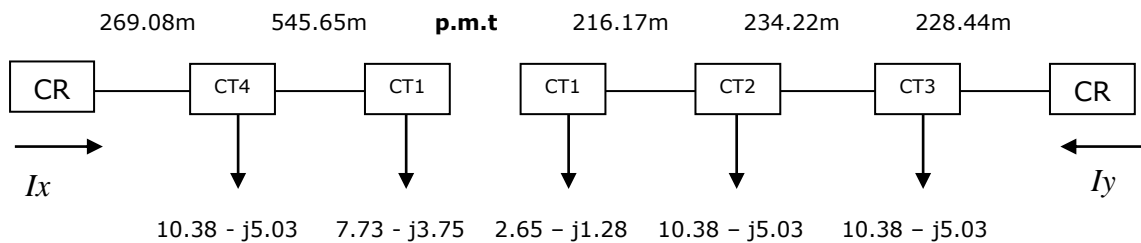
$$I_{CR-CT4} = I_x = 18.11 - j8.78(A) = 20.12_{-25.86^\circ}(A)$$

$$I_{CR-CT4} = I_{CT4} + I_{CT4-CT1} \longrightarrow I_{CT4-CT1} = I_{CR-CT4} - I_{CT4} = (18.11 - j8.78) - (10.38 - j5.03) = 7.73 - j3.75(A)$$

$$I_{CT4-CT1} = I_{CT1} + I_{CT1-CT2} \longrightarrow I_{CT1-CT2} = I_{CT4-CT1} - I_{CT1} = (7.73 - j3.75) - (10.38 - j5.03) = -2.65 + j1.28(A)$$

TRAMO	INTENSIDADES DE CORRIENTE (A)
$I_X = I_{ICR - CT4}$	18.11 - j8.78
$I_{CT4 - CT1}$	7.73 - j3.75
<b><math>I_{CT1 - CT2}</math></b>	<b>-2.65 + j1.28</b>
$I_{CT2 - CT3}$	-13.03 + j6.31
$I_Y = I_{CT3 - CR}$	-23.41 + j11.34

En el tramo ( $I_{CT1-CT2}$ ) se produce un cambio de signo en la forma binómica por lo tanto podemos decir que hemos encontrado el punto de mínima tensión y podemos establecer la apertura de la línea, utilizando por tanto el circuito equivalente representado en la figura siguiente para realizar dicho cálculo:



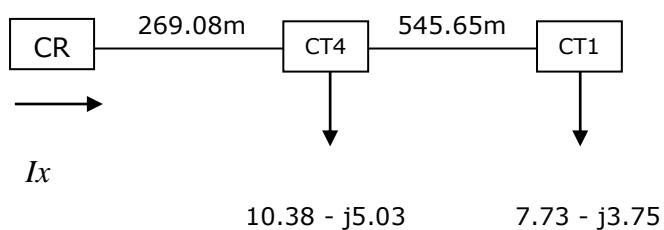
La expresión que emplearemos para el cálculo de la caída de tensión es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times Z \times I$$

Podremos expresar el cálculo de la caída de tensión a través de dos tramos:

1. Tramo CR  $\rightarrow$  CT1
2. Tramo CR  $\rightarrow$  CT1'

### 1. Tramo CR $\rightarrow$ CT1



$$\Delta U = \sqrt{3} \times (Z_{CR-CT4} \times I_x + Z_{CT4-CT1} \times I_{CT4-CT1})$$

Donde:

$$Z_{CR-CT4} \times I_x = 0.079_{22.06^\circ} \times 20.12_{-25.86^\circ} = 1.58_{-3.8^\circ} = 1.57 - j0.10$$

$$Z_{CT4-CT1} \times I_{CT4-CT1} = 0.161_{22.12^\circ} \times 8.59_{-25.86^\circ} = 1.38_{-3.75^\circ} = 1.37 - j0.09$$

$$Z_{CR-CT4} \times I_x + Z_{CT4-CT1} \times I_{CT4-CT1} = (1.57 - j0.10) + (1.37 - j0.09) = 2.94 - j0.19 = 2.94_{-3.69^\circ}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times (2.94_{-3.09^\circ}) = 5.09KV$$

Ahora calculo la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV) con la siguiente expresión:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

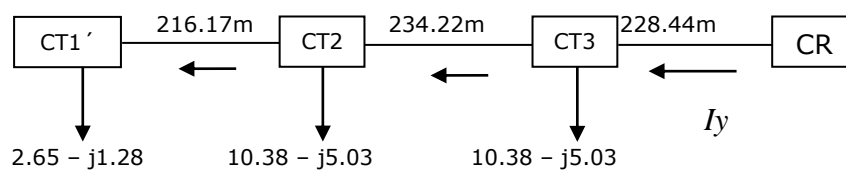
Siendo:  $U = 20.000 \text{ V}$

Resultando:

$$\% \Delta U = \frac{5.09}{20000} \times 100 = 0.025\% < 5\% \longrightarrow \text{Válido}$$

Como comprobación se puede calcular la caída de tensión máxima desde el otro extremo del anillo.

## 2. Tramo CR $\longrightarrow$ CT1'



$$I_{CR-CT3} = I_y = 23.41 - j11.34 \text{ (A)} = 26.01_{-25.84^\circ} \text{ (A)}$$

$$I_{CR-CT3} = I_{CT3} + I_{CT3-CT2} \longrightarrow I_{CT3-CT2} = I_{CR-CT3} - I_{CT3} = (23.41 - j11.34) - (10.38 - j5.03) = 13.03 - j6.31 \text{ (A)}$$

$$I_{CT3-CT2} = I_{CT2} + I_{CT2-CT1'} \longrightarrow I_{CT2-CT1'} = I_{CT3-CT2} - I_{CT2} = (13.03 - j6.31) - (10.38 - j5.03) = 2.65 - j1.28 \text{ (A)}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times (Z_{CR-CT3} \times I_y + Z_{CT3-CT2} \times I_{CT3-CT2} + Z_{CT2-CT1'} \times I_{CT2-CT1'})$$

Antes debemos conocer el valor de las impedancias por cada tramo:

$$Z_{CR-CT3} = (0.277 + j0.112) \times 0.228 = 0.063 + j0.025 = 0.067_{21.64^\circ} \Omega$$

$$Z_{CT3-CT2} = (0.277 + j0.112) \times 0.0234 = 0.0648 + j0.026 = 0.069_{21.68^\circ} \Omega$$

$$Z_{CT2-CT1'} = (0.277 + j0.112) \times 0.216 = 0.059 + j0.024 = 0.063_{22.13^\circ} \Omega$$

$$Z_{CR-CT3} \times I_y = 0.067_{21.64^\circ} \times 26.01_{-25.84^\circ} = 1.738 - j0.127$$

$$Z_{CT3-CT2} \times I_{CT3-CT2} = 0.069_{21.68^\circ} \times 14.47_{-25.83^\circ} = 0.996 - j0.069$$

$$Z_{CT2-CT1'} \times I_{CT2-CT1'} = 0.063_{22.13^\circ} \times 2.94_{-25.78^\circ} = 0.189 - j0.012$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times [(1.738 - j0.127) + (0.996 - j0.069) + (0.189 - j0.012)] = 5.05_{-1.81^\circ} \text{ KV}$$

Este valor de caída de tensión coincide con el calculado anteriormente.

Ahora calculo la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV) con la siguiente expresión:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

siendo: U = 20.000 V

Resultando:

$$\% \Delta U = \frac{5.05}{20000} \times 100 = 0.025\% < 5\% \longrightarrow \text{Válido}$$

- **Cálculo de la caída de tensión por tramos:**

**TRAMO CR – CT4:**

$$\Delta U_{CR-CT4} = \sqrt{3} \times Z_{CR-CT4} \times I_x = \sqrt{3} \times 0.079_{22.06^\circ} \times 20.12_{-25.86^\circ} = 2.75(V)$$

$$\% \Delta U_{CR-CT4} = \frac{2.75}{20000} \times 100 = 0.0137\%$$

**TRAMO CT4 – CT1:**

$$\Delta U_{CT4-CT1} = \sqrt{3} \times Z_{CT4-CT1} \times I_{CT4-CT1} = \sqrt{3} \times 0.161_{22.12^\circ} \times 8.59_{-25.87^\circ} = 2.39(V)$$

$$\% \Delta U_{CT4-CT1} = \frac{2.39}{20000} \times 100 = 0.0119\%$$

**TRAMO CT1 – CT2:**

$$\Delta U_{CT1-CT2} = \sqrt{3} \times Z_{CT1-CT2} \times I_{CT1-CT2} = \sqrt{3} \times 0.063_{22.13^\circ} \times 2.94_{-25.78^\circ} = 0.32(V)$$

$$\% \Delta U_{CT1-CT2} = \frac{0.32}{20000} \times 100 = 1.6 \times 10^{-3}\%$$

**TRAMO CT2 – CT3:**

$$\Delta U_{CT2-CT3} = \sqrt{3} \times Z_{CT2-CT3} \times I_{CT2-CT3} = \sqrt{3} \times 0.069_{21.86^\circ} \times 14.47_{-25.83^\circ} = 1.73(V)$$

$$\% \Delta U_{CT2-CT3} = \frac{1.73}{20000} \times 100 = 8.65 \times 10^{-3}\%$$

**TRAMO CT3 – CR:**

$$\Delta U_{CT3-CR} = \sqrt{3} \times Z_{CT3-CR} \times I_{CT3-CR} = \sqrt{3} \times 0.067_{21.64^\circ} \times 26.01_{-25.84^\circ} = 3.01(V)$$

$$\% \Delta U_{CT3-CR} = \frac{3.01}{20000} \times 100 = 0.015$$

$$\sum \Delta U_{TOTAL} = 0.0508 < 5\%$$

TRAMO	LONGITUD (m)	$\Delta U$ (V)	% $\Delta U$	% $\Delta U$ acumulado
CR – CT4	269.08	2.75	0.0137	0.0137
CT4 – CT1	545.65	2.39	0.0119	0.0256
CT1 – CT2	216.17	0.32	$1.6 \times 10^{-3}$	0.0272
CT2 – CT3	234.22	1.73	$8.65 \times 10^{-3}$	0.0358
CT3 – CR	228.44	3.01	0.015	<b>0.0508</b>

### 2.2.3.1.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en los conductores

En la siguiente tabla se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA  
(Incremento de temperatura 160  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$ )

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 $^{\circ}$  C y como temperatura final la de cortocircuito > 250  $^{\circ}\text{C}$ . La diferencia entre ambas temperaturas es  $\Delta\theta$ .

En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

Donde :

- I = Corriente de cortocircuito, en amperios.
- S = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.
- K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- t = Duración del cortocircuito, en segundos.

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad



tabulado para  $t = 1s$ . Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento  $\Delta\theta'$  de temperatura distinto del tabulado  $\Delta\theta=160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{(\Delta\theta / \Delta\theta')}$$

Tipo de aislamiento	Tensión KV	Incremento temperatura $\theta$ en K	Duración del cortocircuito, t en seg.								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	160	289	213	172	133	94	77	66	59	54

Densidad de corriente del conductor, en A/mm<sup>2</sup>

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA (Incremento de temperatura 160 \* en  $^{\circ}\text{C}$ )

Para comprobar que la sección elegida, puede soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar, hay que partir de la potencia de cortocircuito máxima posible por la configuración de la red.

Iberdrola establece esta potencia en el entronque realizado en el CT existente, es decir donde comienza la línea subterránea de M.T., que es de **P<sub>cc</sub> = 350 MVA**, para la tensión **U=20KV**, con lo que tendremos una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,10 \text{ KA}$$

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{10 \times 10^3}{150} = 67.33 \text{ A/mm}^2$$

El tiempo de duración del cortocircuito se establece en 0,5 segundos, que equivale al tiempo de actuación de los elementos de protección, por tanto, el conductor elegido puede soportar la intensidad de cortocircuito que pueda producirse.

De la tabla anterior vemos que para una duración del cortocircuito de 0,5 segundos, un cable de aislamiento **HEPR 150 mm<sup>2</sup>**, que soporta una densidad de corriente de **133 A/mm<sup>2</sup>**, soportará una intensidad de corriente de **19.9 kA**, muy superior a la intensidad de cortocircuito, con lo que queda comprobada la eficiencia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

### 2.2.3.2 Otras características eléctricas

#### 2.2.3.2.1 Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \tan \delta)} \times \% \Delta U_{\max} = \frac{20^2}{100 \times (0.277 + 0.112 \cdot 0.484)} \times 5 = 60.385 \text{ MW / Km}$$

#### 2.2.3.2.2 Potencia máxima de transporte por tramos

Tramo CR-CT1

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.814} = 74.18 \text{ MW}$$

Tramo CR-CT1'

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.678} = 89.06 \text{ MW}$$

#### 2.2.3.2.3 Potencia máxima de transporte TOTAL

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{1.493} = 40.44 \text{ MW}$$

Comprobamos que este valor es muy superior a la potencia demandada por el conjunto de los centros de transformación.

$$400(\text{KVA}) \times 5 \text{ Transformadores} \times 0.9 = 1800 \text{ KW}$$

$$1800 \text{ KW} < 40.44 \text{ MW}$$

### 2.2.3.3 Tablas resultado de cálculos.

<b>ANILLO DE MEDIA TENSION</b>	
Tipo de conductor	<b>HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm<sup>2</sup>) Al</b>
Intensidad de corriente I <sub>x</sub>	<b>20.12 A</b>
Intensidad de corriente I <sub>y</sub>	<b>26.02 A</b>
Densidad de corriente	<b>67.33 A/mm<sup>2</sup></b>
Resistencia	<b>0.277 Ω/km</b>
Reactancia	<b>0.112 Ω/km</b>
Longitud	<b>1493.56 m</b>
Caída de tensión	<b>5.05 V</b>
% Caída de tensión	<b>0.025 %</b>
Capacidad de transporte	<b>60.385 MW·km</b>
Potencia máx. de transporte	<b>40.44 MW</b>
Intensidad adm. cortocircuito	<b>10.10 KA (t = 0,5 seg)</b>

**1.1.7. Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.**

No procede

## 2.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR)

#### 2.3.1.1 Intensidad de Media Tensión.

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.1.a)$$

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
U<sub>p</sub>    tensión primaria [kV]  
I<sub>p</sub>    intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Reparto, la potencia es de 400 kVA en base a una demanda de potencia de 234.04 KVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

#### 2.3.1.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.1.2.a)$$

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [kV]  
I<sub>s</sub>    intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### 2.3.1.3 Cortocircuitos

#### 2.3.1.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### 2.3.1.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.3.2.a)$$

donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.1.3.2.b)$$

donde:

$P$  potencia de transformador [kVA]  
 $E_{cc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]  
 $U_s$  tensión en el secundario [V]  
 $I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.3.1.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.1.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

#### 2.3.1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.1.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

#### 2.3.1.4 Selección de fusibles de media y baja tensión

Los fusibles de media tensión vienen ya incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, mientras que los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en función de la intensidad nominal a circular por los anillos y la distancia a cubrir por estos, serán del tipo NH gL/gG.

En la siguiente tabla se muestra que fusible se tiene que incorporar a cada salida del cuadro de BT:

CT			In FUSIBLE (A)
1	Anillo 1	Tramo 1	315
		Tramo 2	250
	Anillo 2	Tramo 1	315
		Tramo 2	250
2	Anillo 1	Tramo 1	315
		Tramo 2	315
	Anillo 2	Tramo 1	250
		Tramo 2	315
3	Anillo 1	Tramo 1	315
		Tramo 2	250
	Anillo 2	Tramo 1	250
		Tramo 2	250
4	Anillo 1	Tramo 1	160
		Tramo 2	200
	Anillo 2	Tramo 1	250
		Tramo 2	250
CR	Anillo 1	Tramo 1	100
		Tramo 2	100
	Anillo 2	Tramo 1	250
		Tramo 2	250

### **2.3.1.5 Dimensionado del embarrado**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

#### **2.3.1.5.1 Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### **2.3.1.5.2. Comprobación por solicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

#### **2.3.1.5.3 Comprobación por solicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

### **2.3.1.6 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

#### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.1.4.

#### **2.3.1.7 Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.



### **2.3.1.8 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

### **2.3.1.9 Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### **2.3.1.10 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

#### **2.3.1.10.1 Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

#### **2.3.1.10.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

3. Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
4. Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad

máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### **2.3.1.10.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### **2.3.1.10.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

5. Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
6. Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.1.10.4.a)$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]  
 $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.3.1.10.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  limitación de la intensidad de falta a tierra [A]  
 $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.3.1.10.4.c)$$

donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$  coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada	70/25/5/42
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	7.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 m
Número de picas	cuatro
Longitud de las picas	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

Resistencia $K_r$	0,084
Tensión de paso $K_p$	0,0186
Tensión de contacto $K_c$	0,0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.3.1.10.4.d)$$

donde:

$K_r$       coeficiente del electrodo  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

#### **2.3.1.10.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.3.1.10.5.a)$$

donde:

$R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_d$       tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6300 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.3.1.10.5.b)$$

donde:

$K_c$       coeficiente  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_c$       tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 3067,5 \text{ V}$$

### **2.3.1.10.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$       coeficiente  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_p$       tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1395 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

### **2.3.1.10.7 Cálculo de las tensiones aplicadas**

#### Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

7.  $t = 0,7 \text{ seg}$
8.  $K = 72$
9.  $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.3.1.10.7.a)$$

donde:

K      coeficiente  
t      tiempo total de duración de la falta [s]  
n      coeficiente  
R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]  
V<sub>p</sub>    tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.3.1.10.7.b)$$

donde:

K      coeficiente  
t      tiempo total de duración de la falta [s]  
n      coeficiente  
R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]  
R'<sub>o</sub>    resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1395 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 3067,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 6300 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

### 2.3.1.10.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación	8/22 (según método UNESA)
Geometría	Picas alineadas
Número de picas	dos
Longitud entre picas	2 metros
Profundidad de las picas	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$10. K_r = 0,194$$

$$11. K_c = 0,0253$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### **2.3.1.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



## 2.3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN miniBLOK – 24

### 2.3.2.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.1.a)$$

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
U<sub>p</sub>    tensión primaria [kV]  
I<sub>p</sub>    intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

En el presente proyecto disponemos de cuatro centros de transformación tipo miniBLOK que cubrirán las necesidades siguientes:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	DEMANDA DE POTENCIA	POTENCIA MINIBLOK
1	353.561 KVA	400 KVA
2	396.26 KVA	400 KVA
3	254.6 KVA	400 KVA
4	210.34 KVA	400 KVA

Realizando los cálculos para un solo transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

### 2.3.2.2. Intensidad de Baja Tensión

Para un transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.2.2.a)$$

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [kV]  
I<sub>s</sub>    intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### **2.3.2.3 Cortocircuitos**

#### **2.3.2.3.1 Observaciones**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### **2.3.2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.3.2.a)$$

donde:

S<sub>cc</sub>    potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
U<sub>p</sub>    tensión de servicio [kV]  
I<sub>ccp</sub>   corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.3.2.b)$$

donde:

P      potencia de transformador [kVA]  
E<sub>cc</sub>    tensión de cortocircuito del transformador [%]  
U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [V]  
I<sub>ccs</sub>    corriente de cortocircuito [kA]

#### **2.3.2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 2.3.2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

#### **2.3.2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

#### **2.3.2.4 Dimensionado del embarrado**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

#### **2.3.2.4.1 Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### **2.3.2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

#### **2.3.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

#### **2.3.2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

##### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.1.4.

### **2.3.2.6 Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### **2.3.2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

12. 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA

13. 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

### **2.3.2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### **2.3.2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**

#### **2.3.2.9.1 Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

#### **2.3.2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### **2.3.2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### **2.3.2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]  
 $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

donde:

$I_{dm}$  limitación de la intensidad de falta a tierra [A]  
 $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$



donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $K_r$  coeficiente del electrodo

#### -Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada	30-30/5/42
Geometría del sistema	Anillo rectangular
Distancia de la red	3.0x3.0 m
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 m
Número de picas	cuatro
Longitud de las picas	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

Resistencia $K_r$	0,11
Tensión de paso $K_p$	0,0258
Tensión de contacto $K_c$	0,0563

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

$K_r$       coeficiente del electrodo  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 16,5 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

#### **2.3.2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación**

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

$R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_d$       tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 8250 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

$K_c$       coeficiente  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_c$       tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 4222,5 \text{ V}$$

#### **2.3.2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$       coeficiente  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_p$       tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1935 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

### **2.3.2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas**

#### Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- 14.  $t = 0,7 \text{ seg}$
- 15.  $K = 72$
- 16.  $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$K$       coeficiente  
 $t$       tiempo total de duración de la falta [s]  
 $n$       coeficiente  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $V_p$       tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K      coeficiente  
t      tiempo total de duración de la falta [s]  
n      coeficiente  
R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]  
R'<sub>o</sub>    resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1935 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 4222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 8250 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

### 2.3.2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$  intensidad de defecto [A]  
 $D$  distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación	8/22 (según método UNESA)
Geometría	Picas alineadas
Número de picas	dos
Longitud entre picas	2 metros
Profundidad de las picas	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### **2.3.2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "K<sub>r</sub>" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



## **3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

### **3.1 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

#### **3.1.1. OBJETO.**

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

#### **3.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de "Líneas Subterráneas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS).

### **3.1.3. NORMATIVA APLICABLE.**

#### **3.1.3.1. NORMAS OFICIALES.**

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 .en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

### **3.1.3.2. NORMAS IBERDROLA.**

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO-NEDIS 7.02 "Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas".
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

### **3.1.4. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.**

#### **3.1.4.1. ASPECTOS GENERALES.**

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

#### **3.1.4.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente:

#### **3.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.**

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

#### **3.1.4.4. PROTECCIONES.**

##### Ropa de trabajo:

- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

##### Equipos de protección:

- Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
  - Calzado de seguridad
  - Casco de seguridad
  - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
  - Guantes de protección mecánica
  - Pantalla contra proyecciones
  - Gafas de seguridad
  - Cinturón de seguridad
  - Discriminador de baja tensión

- Protecciones colectivas
  - Señalización: cintas, banderolas, etc.
  - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

Equipo de primeros auxilios:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.

Equipo de protección contra incendios:

- Extintores de polvo seco clase A, B, C

### **3.1.4.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

#### **A- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el Documento nº 1 Memoria del presente proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

#### **B- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

No se hace necesario por la característica de la obra.

#### **C- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

No se hace necesario por la característica de la obra.

#### **D- SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

No se prevé.

## E- PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios

### **3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

#### **3.1.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

### **3.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos

(vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.



La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales desensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### **3.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.**

#### **3.1.5.3.1 Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **3.1.5.3.2 Relleno de tierras**

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### **3.1.5.3.3 Encofrados**

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las
- operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

#### **3.1.5.3.4 Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra**

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### **3.1.5.3.5 Trabajos de manipulación del hormigón**

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en
- evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo
- sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se
- establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de
- hormigonado".
- En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto
- definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

### **3.1.5.3.6 Instalación eléctrica provisional de obra.**

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
  - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
  - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### **3.1.5.4 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJATENSION**

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea Media Tensión.

##### **3.1.5.4.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES.**

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de protección
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad

Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino. Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc. El almacenamiento de los materiales, se deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.
- Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.
- Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.



### 3.1.5.4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída a las zanjás.</li> <li>- Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.</li> <li>- Atropellos causados por la maquinaria.</li> <li>- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.</li> <li>- Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.</li> <li>- Señalar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.</li> <li>- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.</li> <li>- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.</li> <li>- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.</li> <li>- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.</li> <li>- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.</li> <li>- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.</li> <li>- Dotar de la adecuada protección al personal y velar por su utilización.</li> <li>- Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.</li> </ul>

### 3.1.5.4.3 CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída de personas al mismo nivel</li> <li>- Caída de personas a distinto nivel</li> <li>- Caída de objetos</li> <li>- Desprendimientos, desplomes y derrumbes</li> <li>- Choques y golpes</li> <li>- Proyecciones</li> <li>- Contactos eléctricos</li> <li>- Arco eléctrico</li> <li>- Explosiones</li> <li>- Incendios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:</li> <li>- Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</li> <li>- Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.</li> <li>- Estimación de las distancias por exceso.</li> <li>- Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.</li> <li>- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas</li> <li>- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes. (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).</li> <li>- Según capítulo séptimo del R.A.T.</li> <li>- Puestas a tierra en buen estado:</li> <li>- Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.</li> <li>- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.</li> <li>- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.</li> <li>- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años</li> <li>- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos.</li> <li>- Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.</li> <li>- Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales</li> </ul>

#### Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobreintensidades, (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos.)
- Protección contra sobretensiones, (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
  - Guantes aislantes.
  - Casco y botas de seguridad.
  - Gafas de protección.

#### **3.1.5.4.4 TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Caídas de altura de personas.</li><li>- Cortes en las manos.</li><li>- Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)</li><li>- Electrocuciones por contacto indirecto.</li><li>- Sobresfuerzos.</li><li>- Contacto con elementos candentes.</li><li>- Vuelco de maquinaria.</li><li>- Atrapamientos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.</li><li>- Emplear bolsas porta-herramientas.</li><li>- Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.</li><li>- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.</li><li>- Control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>- Utilizar fajas de protección lumbar.</li></ul>

#### **3.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE**

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

##### Toda la obra

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruidos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

Movimientos de tierras

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocutaciones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

### **3.1.6. CONCLUSIÓN.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### 3.1.7 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

#### ANEXO 1

##### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio.  (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Golpes.</li><li>- Heridas.</li><li>- Caídas.</li><li>- Atrapamientos.</li><li>- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.</li><li>- Presencia de animales, colonias, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li><li>- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li><li>- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>- Ver punto 1.4.4</li><li>- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>

## **ANEXO 2**

### **LÍNEAS SUETERRÁNEAS**

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

#### **1. ACTIVIDADES.**

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4,
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.**

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

### 3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI.s, revisión del entorno y ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I y revisión del entorno.



## ANEXO 3

### INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN.

#### 1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- montaje / desmontaje.

#### 2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

#### 3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro\*, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Ver punto 1.4.4, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

5 REGLAS DE ORO
Cortar todas las fuentes en tensión
Bloquear los aparatos de corte
Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

## **ANEXO 4**

### **INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS.**

#### **1. ACTIVIDADES.**

- Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.**

- Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.
- Ver Anexo 1.

#### **3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.**

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 1.4.4.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, Utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad con protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4), utilización de f EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de - protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y

vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.

- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I.

## **ANEXO 5**

### **TRABAJO EN TENSIÓN**

#### **A. DISPOSICIONES GENERALES**

1 - Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas).
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

## NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

### Útiles aislantes y asilados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

#### Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superiora 1 KV en corriente alterna.

#### Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

- UNE-EN 61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.
- UNE-EN 60674-1: 1998.- Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

#### Definiciones y requisitos generales.

- UNE-EN 61229: 1996 + A1:1998.- Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna.

#### Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.
- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.

### Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

A.- Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

B.- Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.



De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

## B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

**1.** El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

**2.** Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

**3.** La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y/o delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

### **3.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.**

#### **3.2.1. OBJETO.**

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

#### **3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

Descripción de la obra y situación:

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto. **Ver planos 1 a 3**

##### **3.2.2.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

##### **3.2.2.2. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

##### **3.2.2.3. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **3.2.2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

#### **3.2.3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

##### **3.2.3.1. OBRA CIVIL.**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

##### **3.2.3.1. 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **b) Medidas de preventivas**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.

- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

### **3.2.3.1.2. ESTRUCTURA.**

#### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

#### **b) Medidas preventivas**

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.

- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### **3.2.3.1.3. CERRAMIENTOS.**

##### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

##### **b) Medidas de prevención**

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### **3.2.3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

##### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

##### **b) Medidas de prevención**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.



- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2.3.2. MONTAJE.**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

#### **3.2.3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

##### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.

##### b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.3.2.2 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.**

##### a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalero o por el enganchador.

**3.2.3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.**

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.

- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### **3.2.4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

##### **3.2.4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

#### **3.2.5. NORMATIVA APLICABLE.**

##### **3.2.5.1. NORMAS OFICIALES.**

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

### 3.2.6 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

## ANEXO 1

### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio.  (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Golpes.</li><li>- Heridas.</li><li>- Caídas.</li><li>- Atrapamientos.</li><li>- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.</li><li>- Presencia de animales, colonias, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li><li>- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li><li>- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>- Ver punto 1.4.4</li><li>- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>

## **ANEXO 2**

### **CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

#### **1. ACTIVIDADES.**

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

#### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.**

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia o ataques de animales. Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos ~ a terceros, sobreesfuerzos, e inicio de incendios por chispas.
- Caídas desde altura, desprendimientos de cargas, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y contacto con PCB.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataque de animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia o ataque de animales.
- Ver Anexo I.

#### **3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.**

- Ver punto 1.4.4., mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI.'s, vallado de seguridad, protección huecos, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.
- Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de los protección individual y colectiva, según Normativa vigente, revisión de los elementos de elevación y transporte, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa. vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, D vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de deposito y

transporte de gas oil, vehículos autorizados para el llenado, el grupo electrógeno estará en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, ver 1.4.4. , estar en posesión de los permisos, de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.

- Ver Anexo 1.

## **ANEXO 2. BIS**

### **CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Centros de Transformación Lonja / subterráneos y otros usos

#### **1. ACTIVIDADES**

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje. (Desguace de apartamentada en general).
- Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD**

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, desprendimiento de cargas, presencia o ataque de animales, y presencia de gases.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y herida, atrapamientos, caídas de objetos, ataques de animales, e impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico y riesgo de accidente de tráfico.
- Ver Anexo I.

#### **3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES**

- Ver punto 1.4.4., Mantenimiento equipos, adecuación de las cargas, control e maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y revisión de elementos de elevación y transporte, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de

protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de deposito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrónico estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo I.

- Ver Anexo 1.



## **ANEXO 3**

### **SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN.**

#### **1. ACTIVIDADES**

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje (Desguace de aparataje en general).
- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### **2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD**

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, contacto eléctrico, exposición al arco eléctrico y presencia o ataque de animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, presencia de colonias o animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia de animales o colonias.
- Ver Anexo I.

#### **3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES**

- Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, seguir MO 12.05.03 al 05, seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en

posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.

- Ver Anexo I.

## **ANEXO 4**

### **TRABAJO EN TENSIÓN**

#### **A. DISPOSICIONES GENERALES**

**1.** Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

**2.** El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas).
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

**a.** Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

**b.** Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.

**c.** Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

**3.** A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

##### Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

#### Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1 KV en corriente alterna.

#### Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

- UNE-EN 61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.
- UNE-EN 60674-1: 1998.- Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

#### Definiciones y requisitos generales.

- UNE-EN 61229: 1996 + A1:1998.- Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna.

#### Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.
- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.

### Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

#### A. Normas relativas a su utilización

Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

#### B. Normas relativas a su comercialización

Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca? (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.



## B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

**1.** El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

**2.** Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

**3.** La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y/o delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

## **PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

## **4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

Se va a proceder a la apertura de zanjas y tendido de líneas de Media y Baja Tensión para la posterior electrificación de un polígono residencial compuesto de edificios, viviendas unifamiliares con equipamiento educativo y social.

De acuerdo con la Orden 2690/2006 de ORDEN 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3.

### **4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (SEGÚN OMAM/304/2002)**

#### **4.1.1 Generalidades.**

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los toners y tinta de las impresoras y fotocopiadoras, los residuos biológicos, etc.

En definitiva, ya no es admisible la actitud de buscar excusas para no reutilizar o reciclar los residuos, sin tomarse la molestia de considerar otras opciones.

#### **4.1.2 Definiciones**

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

- **Residuo:** Según la ley 10/98 se define residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.
- **Residuo peligroso:** Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los indicados en la "Orden MAM/ 304/ 2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos" y en el resto de normativa nacional y comunitaria. También tendrán consideración de residuo peligroso los envases y recipientes que hayan contenido residuos o productos peligrosos.
- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.
- **Residuo inerte:** Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.
- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002.
- **Productor de residuos:** La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.  
En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Volumen aparente:** Volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.

- **Volumen real:** Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- **Destino final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Eliminación:** Todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

#### **4.1.3 Clasificación y descripción de los residuos**

##### **4.1.3.1 RCDs de Nivel I**

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

##### **4.1.3.2 RCDs de Nivel II**

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el computo general los materiales que no superen 1m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

Requisitos legales:

- Ley 42/75 de 19 de noviembre de Desechos y Residuos sólidos urbanos.
- Ley 10/98 de 21 de abril de Residuos.
- RD 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2000-2006, 12 de julio de 2001.
- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiendolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
  - Cauces.
  - Vaguadas.
  - Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
  - Zonas cercanas a bosques o áreas de arbolado.
  - Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente mas económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no esten mezclados con otros residuos.
- Reutilizar los residuos de construcción y demolición:
  - Las tierras y los materiales pétreos exentos de contaminación en obras de construcción, restauración, acondicionamiento o relleno.

- Los procedentes de las obras de infraestructura incluidos en el Nivel I, en la restauración de áreas degradadas por la actividad extractiva de canteras o graveras, utilizando los planes de restauración.

## **4.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS**

### **4.2.1 Prevención en Tareas de Derribo**

- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.
- Dado que se prevé la utilización de técnicas de derribo masivo, se garantizará previo al inicio de estos trabajos, que han sido retirados todos los residuos peligrosos y, en su caso, aquellos elementos destinados a reutilización.

### **4.2.2 Prevención en la Adquisición de Materiales**

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

### **4.2.3 Prevención en la Puesta en Obra**

- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

### **4.2.4 Prevención en el Almacenamiento en Obra**

- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.



- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos residuos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

### **4.3 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION**

Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

#### **4.3.1 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.**

01 01	Hormigón.
01 02	Ladrillos.
01 03	Tejas y materiales cerámicos.
01 06	Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificada en el código

#### **4.3.2 Madera Vidrio y Plástico.**

02 01	Madera.
02 02	Vidrio.
02 03	Plástico.
02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o esten contaminados por ellas.

#### **4.3.3 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.**

03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

#### **4.3.4 Metales (incluidas sus aleaciones).**

04 01	Cobre, bronce, latón.
04 02	Aluminio.
04 03	Plomo.
04 04	Zinc.
04 05	Hierro y acero.
04 06	Estaño.
04 07	Metales mezclados.
04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas,
04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

#### **4.3.5 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.**

05 03	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
05 07	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

#### **4.3.6 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.**

06 01	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
06 03	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
06 05	Materiales de construcción que contienen amianto

#### **4.3.7. Materiales de construcción a partir de yeso.**

07 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
07 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

#### **4.3.8. Otros residuos de construcción y demolición.**

08 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
08 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
08 03	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
08 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 17 09 02 y 17 09 03.

#### 4.4 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION.

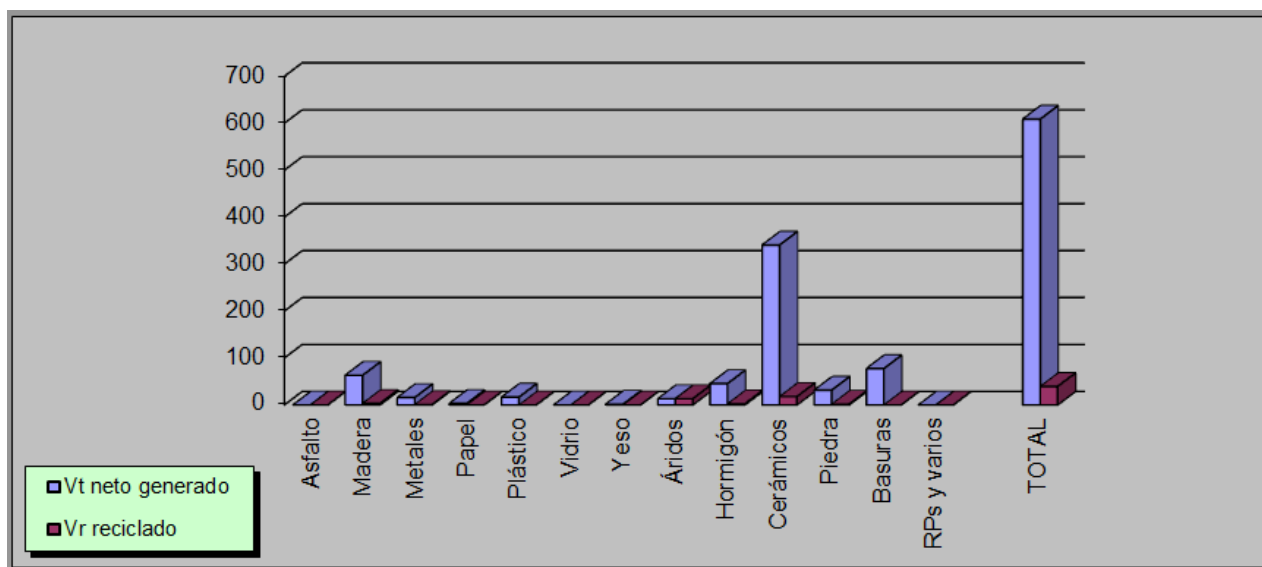
De todos los residuos contemplados en la Orden, los que previsiblemente se generarán durante el transcurso de esta obra serán los siguientes:

TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
RESTO RDCs		
RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
X	17 02 01	Madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas
4. Piedra		
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

#### 4.5 Estimación de la cantidad de RCD's.

1.- Datos Generales del Proyecto	
Tipología de obra	Otros
Superficie total construida	2884,72 m <sup>2</sup>
Volumen estimado de tierras de excavación	2352,32 m <sup>3</sup>
Factor de estimación total de RCDs	0,20 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Densidad media de los materiales	1,25 T/m <sup>3</sup>
Factor medio de esponjamiento de RCDs	1,25
Factor medio de esponjamiento de tierras	1,15
Presupuesto estimado de la obra	900.000,00 €

El volumen de tierras procedentes de excavación de zanjas, se calcula en 2352.32 m<sup>3</sup>, siendo en su mayor parte tierra limpia, y roca disgregada. Íntegramente se utilizará para relleno en la propia parcela.



Volumen Neto de residuos Generados y Reciclados

2.- Evaluación global de RCDs					
	S	V	d	R	T
	Superficie Construida	Volumen aparente RCDs	Densidad media de los RCDs	Previsión de reciclaje en %	Toneladas estimadas RCDs
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	-	2.352 m³	1,25 T/m³	30,00%	2.367 T
RCDs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales	2.885 m²	577 m³	1,25 T/m³	-	901 T

3.- Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs					
	%	Tn	d	R	Vt
	% del peso total	Toneladas brutas de cada tipo de RDC	Densidad media (T/m³)	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos (m³)
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>					
1. Asfalto	0,00%	0,00	1,30	0,00%	0,00
2. Madera	4,42%	39,84	0,60	5,00%	63,09
3. Metales	2,76%	24,90	1,50	5,00%	15,77
4. Papel	0,33%	2,99	0,90	0,00%	3,32
5. Plástico	1,66%	14,94	0,90	0,00%	16,60
6. Vidrio	0,00%	0,00	1,50	0,00%	0,00
7. Yeso	0,22%	1,99	1,20	0,00%	1,66
<b>Subtotal estimación</b>	<b>9,39%</b>	<b>84,67</b>	<b>1,13</b>	<b>3,97%</b>	<b>100,44</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>					
1. Arena Grava y otros áridos	4,42%	39,84	1,50	50,00%	13,28
2. Hormigón	13,26%	119,53	2,50	5,00%	45,42
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	59,67%	537,90	1,50	5,00%	340,67
4. Piedra	5,52%	49,81	1,50	5,00%	31,54
<b>Subtotal estimación</b>	<b>82,87%</b>	<b>747,08</b>	<b>1,75</b>	<b>7,56%</b>	<b>430,92</b>
<b>RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros</b>					
1. Basuras	7,73%	69,73	0,90	0,00%	77,47
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00%	0,00	0,50	0,00%	0,00
<b>Subtotal estimación</b>	<b>7,73%</b>	<b>69,73</b>	<b>0,70</b>	<b>0,00%</b>	<b>77,47</b>
<b>TOTAL estimación cantidad RCDs</b>	<b>100,00%</b>	<b>901,48</b>	<b>1,25</b>	<b>6,08%</b>	<b>608,83</b>

#### 4.6 Estimación del coste de tratamiento de los RCD's.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs											
G	Vr	Vt	Vc	N	P	Cc	Ts	Tt	C		
Tipo de gestion	Volumen Reciclado	Volumen neto de Residuos	Volumen Contenedor / Camión / Bidón	Num Contenedor / Camión	Precio Contenedor /Camión	Contenedor Gratuito (SI / NO)	Incluir Tasas Municipales	Toneladas netas de cada tipo de RDC	Canon de Vertido	Importe TOTAL	
RCD: Tierras y pétreos procedentes de excavación											
1.Tierras de excavación	Vert. Fraccionado	705,69 m³	1646,62 m³	Camión 20T max.10Km	103,00 Uds	64,96 €/Ud	-	NO	2058,28 T	6,12 €	19.287,53 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Asfalto	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 7,0m3	0,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	0,00 T	15,92 €	0,00 €
2. Madera	Planta Reciclaje	3,32 m³	63,09 m³	Contenedor 30 m3	3,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	37,85 T	0,00 €	0,00 €
3. Metales	Planta Reciclaje	0,83 m³	15,77 m³	Contenedor 7,0m3	3,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	23,66 T	2,85 €	257,89 €
4. Papel	Planta Reciclaje	0,00 m³	3,32 m³	Contenedor 30 m3	1,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	2,99 T	2,65 €	7,92 €
5. Plástico	Planta Reciclaje	0,00 m³	16,60 m³	Contenedor 30 m3	1,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	14,94 T	2,65 €	39,60 €
6. Vidrio	Planta Reciclaje	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 20 m3	0,00 Uds	87,70 €/Ud	SI	NO	0,00 T	2,65 €	0,00 €
7. Yeso	Vert. Fraccionado	0,00 m³	1,66 m³	Contenedor 7,0m3	1,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	1,99 T	8,13 €	79,69 €
Subtotal estimación			100,44 m³						81,43 T		385,09 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Arena Grava y otros áridos	Vert. Fraccionado	13,28 m³	13,28 m³	Contenedor 7,0m3	2,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	19,92 T	8,13 €	288,95 €
2. Hormigón	Vert. Fraccionado	2,39 m³	45,42 m³	Contenedor 7,0m3	7,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	113,56 T	3,50 €	841,88 €
3. Ladrillos , azulejos y cerámicos	Vert. Fraccionado	17,93 m³	340,67 m³	Contenedor 7,0m3	49,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	511,00 T	5,20 €	5.768,22 €
4. Piedra	Vert. Fraccionado	1,66 m³	31,54 m³	Contenedor 7,0m3	5,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	47,31 T	9,06 €	746,12 €
Subtotal estimación			430,92 m³						691,79 T		7.645,17 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
1. Basuras	Vert. Fraccionado	0,00 m³	77,47 m³	Contenedor 7,0m3	12,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	69,73 T	9,10 €	1.396,40 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Bidones 0,3 m3	0,00 Uds	120,82 €/Ud	-	NO	0,00 T	17,54 €	0,00 €
				Contenedor 9,0 m3	0,00 Uds	79,47 €/Ud	-	NO			0,00 €
Subtotal estimación			77,47 m³						69,73 T		1.396,40 €
TOTAL COSTE TRANSPORTE + VERTIDO									28.714,19 €		

#### **4.7 Medidas para la Separación en Obra**

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.
- Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.
- Los residuos químicos peligrosos como restos de desencofrantes, pinturas, colas, ácidos, etc. se almacenarán en casetas ventiladas, bien luminadas, ordenadas, cerradas, cubiertas de la intemperie, sin sumideros por los que puedan evacuarse fugas o derrames, cuidando de mantener la distancia de seguridad entre residuos que sean sinérgicos entre sí o incompatibles, agrupando los residuos por características de peligrosidad y en armarios o estanterías diferenciadas, en envases adecuados y siempre cerrados, a temperaturas máximas de 55º (se habilitará una cubierta general para proporcionarles sombra permanentemente), o menores de 21º para productos inflamables (cuando a la sombra, se prevea superar esta temperatura, estos residuos habrán de retirarse de inmediato, y se interrumpirán los trabajos que los generen hasta que las condiciones ambientales lo permitan, según los parámetros indicados). También contarán con cubetas de retención en función de las características del producto o la peligrosidad de mezcla con otros productos almacenados.
- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.
- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.



- Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.
- Se evitará la contaminación de los residuos pétreos separados con destino a valorización con residuos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

#### **4.8 Medidas de segregación “in situ”.**

Los residuos se disgregarán convenientemente antes de depositarlos en los contenedores para su traslado a vertedero.

#### **4.9 Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos.**

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

El resto de los materiales de escombros se trasladarán a los correspondientes vertederos autorizados.

#### **4.10 Operaciones de valorización “in situ”.**

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

Se seleccionarán los materiales aprovechables o reciclables, enviando a vertedero únicamente escombros limpios, de materiales procedentes de la obra.

#### **4.11 Destino previsto para los residuos.**

En la Región de Murcia existen distintas infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos que se han financiado gracias a la aportación económica que se recibe de la Unión Europea a través de los Fondos Estructurales (Fondo FEDER) y del Fondo de Cohesión. Entre ellos se encuentran:

Infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos

##### Sellado de Vertederos

- Conjunto de actuaciones destinadas al control y la recuperación de emplazamientos afectados por vertederos agotados incluyendo la vigilancia posterior.
- En funcionamiento: Calasparra, Cartagena (El Gorguel), Murcia, Cieza, Cehegín, Moratalla, Fortuna, Mazarrón

### Centros de Gestión Diferenciada de Residuos

- Conjunto de instalaciones asociadas que agrupan operaciones de recogida selectiva y gestión diferenciada de residuos urbanos según su naturaleza.
- En funcionamiento: San Javier, Torre Pacheco, Mazarrón

### Plantas de Aprovechamiento de Biogás de vertedero

- Instalación de valorización de los gases producidos en los procesos de degradación de los residuos eliminados en vertedero.
- En funcionamiento: Murcia

### Plantas de Recuperación y Compostaje

- Instalaciones de tratamiento que permiten separar las fracciones valorizables de los residuos urbanos y aprovechar los residuos biodegradables mediante procesos de fermentación aerobia.
- En funcionamiento: Murcia, Lorca, Cartagena.

### Plantas de Selección de Envases

- Instalación en la cual se descargan, almacenan y seleccionan los residuos en fracciones reciclables o valorizables.
- En funcionamiento: Murcia

### Estaciones de Transferencia de Residuos Urbanos

- Instalaciones que permiten la descarga de los camiones de recogida viaria en contenedores de mayor capacidad para su transporte a plantas de recuperación o selección.
- En funcionamiento: Los Alcázares, Calasparra, Mazarrón y Yecla

### Ecoparques (punto limpio)

- Es un Centro de recogida selectiva de residuos urbanos domiciliarios, valorizables y especiales, que no tienen cabida en los contenedores tradicionales.
- El Ecoparque es un lugar donde los ciudadanos, pueden depositar los residuos, con la certeza de que serán retirados por gestores autorizados, que procederán a su posterior reciclaje o procesamiento.
- En funcionamiento:
  - FONDO FEDER: Águilas, Alcantarilla, Alguazas, Las Torres de Cotillas, Los Alcázares, Mula, Pliego, San Javier, Santiago de la Ribera, Torre Pacheco, Murcia, Totana y Molina de Segura.
  - FONDO DE COHESIÓN: Abanilla, Águilas, Alhama de Murcia, Aledo, Bullas, Calasparra, Cehégín, Cieza, Fortuna, Jumilla, Moratalla, San Pedro del Pinatar, Santomera, Yecla y Caravaca.
  - MUNICIPALES: Lorca, Ceutí y Cartagena

#### 4.12. Pictogramas de Peligro

 <p>O Comburente</p>	<p>Comburentes: las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica.</p>	 <p>F Fácilmente inflamable</p>	<p>Fácilmente inflamables: Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación o que, en contacto con el agua o con el aire húmedo, desprendan gases inflamables.</p>
 <p>F+ Extremadamente inflamable</p>	<p>Extremadamente inflamables: sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión ambientes, sean inflamables en contacto con el aire.</p>	 <p>E Explosivo</p>	<p>Explosivos: las sustancias y preparados que, incluso en ausencia del oxígeno del aire, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que detonan, deflagran rápidamente o explosionan.</p>
 <p>C Corrosivo</p>	<p>Corrosivos: las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.</p>	 <p>T+ Muy Tóxico</p>	<p>Muy tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea <u>en muy pequeña cantidad</u> puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>
 <p>T Tóxico</p>	<p>Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea <u>en pequeñas cantidades</u> puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>	 <p>Xn Nocivo</p>	<p>Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>
 <p>Xi Irritante</p>	<p>Irritantes: las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.</p>	 <p>N Peligro para el medio ambiente</p>	<p>Peligrosos para el medio ambiente: las sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p>

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES.**

### **5.1. Condiciones generales.**

#### **5.1.1. Alcance.**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

#### **5.1.2. Reglamentos y normas.**

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

#### **5.1.3. Disposiciones generales.**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### **5.1.4. Ejecución de las obras.**

##### **5.1.4.1. Comienzo.**

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

#### **5.1.4.2. Ejecución.**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

#### **5.1.4.3. Libro de órdenes.**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

#### **5.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto.**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

#### **5.1.6. Obras complementarias.**

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente

mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

#### **5.1.7. Modificaciones.**

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente

variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

#### **5.1.8. Obra defectuosa.**

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

#### **5.1.9. Medios auxiliares.**

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

#### **5.1.10. Conservación de obras.**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

#### **5.1.11. Recepción de las obras.**

##### **5.1.11.1. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.

#### **5.1.11.2. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

#### **5.1.11.3. Recepción definitiva.**

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### **5.1.12. Contratación de la empresa.**

##### **5.1.12.1. Modo de contratación.**

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

##### **5.1.12.2. Presentación.**

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 4 de Junio del 2012 en el domicilio del propietario.

##### **5.1.12.3. Selección.**

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

#### **5.1.13. Fianza.**

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.



La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

#### **5.1.14. Condiciones económicas.**

##### **5.1.14.1. Abono de la obra.**

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

##### **5.1.14.2. Precios.**

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

##### **5.1.14.3. Revisión de precios.**

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

##### **5.1.14.4. Penalizaciones.**

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

##### **5.1.14.5. Contrato.**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

#### **5.1.14.6. Responsabilidades.**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligada a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

#### **5.1.14.7. Rescisión del contrato.**

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
- Segunda: la quiebra del Contratista.
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### **5.1.14.8. Liquidación.**

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

### **5.1.15. Condiciones facultativas.**

#### **5.1.15.1. Normas a seguir.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).

Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

#### **5.1.15.2. Personal.**

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligada a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

## **5.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.**

### **5.2.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

#### **5.2.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.**

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

##### **Cable tipo XZ1(S):**

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm<sup>2</sup>
- Tensión asignada.....0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta..... Poliolefina Ignifugada

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup> se utilizaran en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizara como neutro de la sección de 150 mm<sup>2</sup> línea de derivación de la red general y acometidas.

- La sección de 50 mm<sup>2</sup>, solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm<sup>2</sup> y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 5.1:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm <sup>2</sup>	Nº mínimo alambres	Suministro Long ± 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

Tabla 5.1: Tipos normalizados y características esenciales.

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:



Figura 1: Constitución del cable.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

#### **5.2.1.1.1. Tendido de los cables.**

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm<sup>2</sup>. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### **5.2.1.1.2. Protección mecánica y de sobreintensidad.**

##### Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

##### Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

#### 5.2.1.1.3. Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

#### 5.2.1.1.4. Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

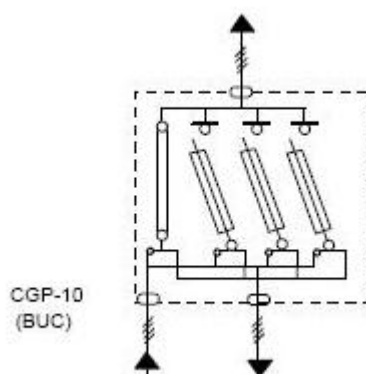
Más instrucciones y catálogo del conductor en el **Anexo 1 "Cable subterráneo de Baja Tensión"**.



### 5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP).

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

- Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Demás características en el **Anexo 3 "Cajas Generales de Protección"**.

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

#### 5.2.1.1.6. Cajas generales de protección y medida (CPM).

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Demás características en el **Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”**.

#### **5.2.1.1.7. Armarios de distribución.**

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

Demás características en el **Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”**.

#### **5.2.1.2. Accesorios.**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

#### **5.2.1.3. Medidas eléctricas.**

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

#### **5.2.1.4. Obra civil.**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

#### **5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los **planos 12 a 21**

### **5.2.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

### **5.2.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.**

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

#### **5.2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **5.2.5. Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.**

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.



### 5.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.

#### 5.3.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

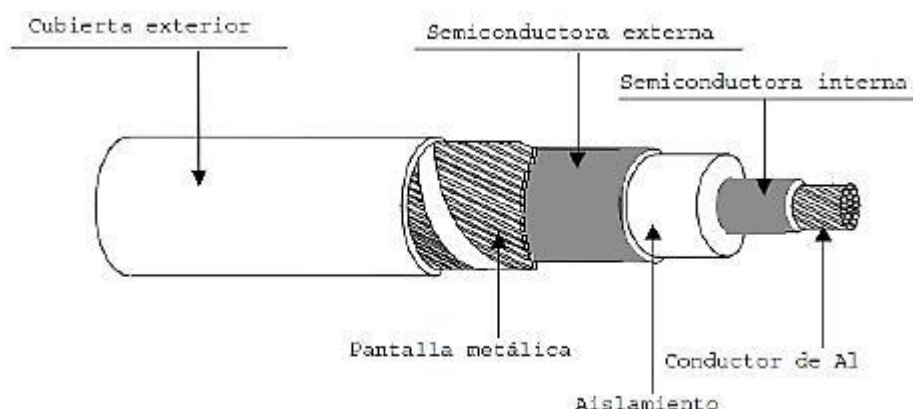
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

##### 5.3.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca Prysmian del tipo " **AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV de sección 150 mm<sup>2</sup>** ".

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión", éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductora extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará

constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Más características y ensayos a realizar al conductor en el **Anexo 2 "Cable Subterráneo de Media Tensión"**.

#### **5.3.1.1.1. Tendido de los cables.**

##### **5.3.1.1.1.1. Manejo y preparación de bobinas.**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

##### **5.3.1.1.1.2. Tendido de cables en zanja.**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá esplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### **5.3.1.1.1.3. Tendido de los cables en tubulares.**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

#### **5.3.1.1.2. Empalmes.**

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### **5.3.1.1.3. Terminales.**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

#### **5.3.1.1.4. Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### **5.3.1.2. Accesorios.**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

#### **5.3.1.3. Obra civil.**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

#### **5.3.1.4. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.



### **5.3.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjás, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjás como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjás, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjás se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

## **5.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.**

### **5.4.1. Calidades de los materiales.**

#### **5.4.1.1. Obra civil.**

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **5.4.1.2. Aparamenta de Media Tensión.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

#### **5.4.1.3. Transformadores.**

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### **5.4.1.4. Equipos de medida.**

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

Primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificación de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su armadura interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **5.4.2. Normas de ejecución de las instalaciones.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **5.4.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

#### **5.4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente. Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **5.4.5. Certificados y documentación.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **5.4.6. Libro de órdenes.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **5.5. PLIEGO DE CONDICIONES ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda.

En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

### **5.5.1 Legislación y normas aplicables**

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes. Con todo, el marco normativo vigente, propio de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97)
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)
- Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04-07-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales



- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:
  - Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)
  - Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
  - Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)
  - Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)
  - Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.
  - Convenio Colectivo Provincial de la Construcción
  - Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:

- Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92)
- Real Decreto 474/1.988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88)
- Real Decreto 1495/1.986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1.989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1.991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
- O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG-SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).
- Real Decreto 1435/1.992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias. en lo que pueda quedar vigente.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 e Instrucciones técnicas complementarias
- Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68)
- Real Decreto 245/1.989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.
- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).
- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.
- Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas

torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden

- 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.
- Diversas normas competenciales, reguladoras de procedimientos administrativos y registros que pueden resultar aplicables a la obra, cuya relación puede resultar excesiva, entre otras razones, por su variabilidad en diferentes comunidades autónomas del Estado. Su consulta idónea puede verse facilitada por el coordinador de seguridad y salud de la obra.

### **5.5.2 Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra**

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1.997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto en aquellas alternativas preventivas definidas y con los contenidos desarrollados en el Plan, una vez aprobado éste reglamentariamente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario.

En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra y, de manera particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

### **5.5.3 Servicios de prevención**

La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente acreditados ante la Autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado Real Decreto 39/1997.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmada en el Plan de Seguridad y Salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción.

Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997, así como titulación académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

#### **5.5.4 Instalaciones y servicios de higiene y bienestar de los trabajadores**

Los vestuarios, comedores, servicios higiénicos, lavabos y duchas a disponer en la obra quedarán definidos en el Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, específicamente, con los apartados 15 a 18 de la Parte A del Real Decreto 1627/1.997, citado. En cualquier caso, se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, utilizable por éstos y situado a menos de 50 metros de los lugares de trabajo; de un lavabo por cada 10 trabajadores y de una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por trabajador. Se dispondrá asimismo en la obra de agua potable en cantidad suficiente y adecuadas condiciones de utilización por parte de los trabajadores.

Se dispondrá siempre de un botiquín, ubicado en un local de obra, en adecuadas condiciones de conservación y contenido y de fácil acceso, señalizado y con indicación de los teléfonos de urgencias a utilizar. Existirá al menos un trabajador formado en la prestación de primeros auxilios en la obra.

Todas las instalaciones y servicios a disponer en la obra vendrán definidos concretamente en el plan de seguridad y salud y en lo previsto en el presente estudio, debiendo contar, en todo caso, con la conservación y limpieza precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones.

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso afirmativo, sean retribuidos por la Administración de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

#### **5.5.5 Condiciones a cumplir por los equipos de protección personal**

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones personales que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I de este Pliego, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

### **5.5.6 Condiciones de las protecciones colectivas**

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que están previstos aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los pasillos cubiertos de seguridad que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablonos embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablonos o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida.

Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquélla que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.3IC de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica.

Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores



que trabajen en la intermediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijan en el plan de seguridad y salud.

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones colectivas que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los sistemas de protección colectiva y la señalización que deberán ser dispuestos para su aplicación en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

## **5.6 PLIEGO DE CONDICIONES PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **5.6.1 Obligaciones Agentes Intervinientes**

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- En las obras de edificación sujetas la licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

### **5.6.2 Gestión de Residuos**

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.
- Para el caso de los residuos con amianto se cumplirán los preceptos dictados por el RD 396/2006 sobre la manipulación del amianto y sus derivados.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

### **5.6.3 Derribo y Demolición.**

- En los procesos de derribo se priorizará la retirada tan pronto como sea posible de los elementos que generen residuos contaminantes y peligrosos. Si es posible, esta retirada será previa a cualquier otro trabajo.
- Los elementos constructivos a desmontar que tengan como destino último la reutilización se retirarán antes de proceder al derribo o desmontaje de otros elementos constructivos, todo ello para evitar su deterioro.
- En la planificación de los derribos se programarán de manera consecutiva todos los trabajos de desmontaje en los que se genere idéntica tipología de residuos con el fin de facilitar los trabajos de separación.

#### **5.6.4 Separación**

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra. Cuando por falta de espacio físico no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.

### 5.6.5 Documentación

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

### **5.6.6 Normativa**

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 120/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.
- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## **PRESUPUESTO**

## 6.1 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN

### 6.1.1 PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL L.S.B.T.				
DESCRIPCIÓN	UD	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>ZANJA EN ASFALTO PARA B.T. SIN REPOSICIÓN</b>				
Zanja 0,5x1,00 m, excavación por medios Mecánicos	ML	67.8	46.00	<b>3118.8</b>
Dos tubos DPN 160, tendido en zanja	ML	135.6	6.30	<b>854.28</b>
Tapón para tubo DPN 160	UD	11	1.15	<b>12.65</b>
Sellado poliuretano boca tubo salida Cables	UD	22	0.50	<b>11</b>
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	67.8	6.30	<b>427.14</b>
Hormigón H=200	M3	24	57.14	<b>1371.36</b>
Cinta atención al cable	ML	67.8	0.10	<b>6.78</b>
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	24	10.30	<b>247.20</b>
Prueba de compactación de terreno	UD	11	6.20	<b>68.2</b>
Aglomerado asfáltico	M3	10	22.70	<b>227</b>
<b>ZANJA EN ACERA PARA B.T. SIN REPOSICION</b>				
Zanja 0,8x0,80 m excavación por Medios Mecánicos	ML	2473.51	48.50	<b>119965.23</b>
Arena lavada para tendido de cables eléctricos	M3	197.88	14.70	<b>2908.83</b>
Arena lavada para cubrir cables eléctricos	M3	395.76	14.70	<b>5817.67</b>
Placa señalización cables y protección mecánica, enlazable	ML	2473.51	2.65	<b>6554.80</b>
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	2473.51	6.30	<b>15583.11</b>
Cinta atención al cable (x2)	ML	4947.02	0.10	<b>494.70</b>
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	989.40	9.83	<b>9725.80</b>



Prueba de compactación de terreno	UD	26	6.20	<b>161.2</b>
Prueba de compactación de terreno Colocación baldosa 0,80 ancho	ML	2473.51	10.88	<b>26911.78</b>
<b>LINEA CABLE 0,6/1 KV 3 (1x240)+1x150 mm2 Al</b>				
Cable 0,6/1 KV 1x240 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	8348.73	2.39	<b>19953.46</b>
Cable 0,6/1 KV 1x150 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	2782.91	2.02	<b>5621.47</b>
Encintado identificación cables colores negro, marrón, amarillo, gris	UD	192	0.10	<b>19.2</b>
Encintado mazo cables color negro	UD	96	0.10	<b>9.6</b>
Empalmes de conexión	UD	96	3.68	<b>353.28</b>
<b>LINEA CABLE 0,6/1 KV 3 (1x150)+1x95 mm2 Al</b>				
Cable 0,6/1 KV 1x150 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	2310.81	2.02	<b>4667.83</b>
Cable 0,6/1 KV 1x95 mm2 Al, tendido en Zanja	ML	770.27	1.89	<b>1455.81</b>
Encintado identificación cables colores negro, marrón, amarillo, gris	UD	32	0.10	<b>3.2</b>
Encintado mazo cables color negro	UD	16	0.10	<b>1.6</b>
<b>CAJA GENERAL DE PROTECCION</b>				
Basamento hormigón prefabricado	UD	29	6.88	<b>199.52</b>
Caja General de Protección CGP-10	UD	29	368	<b>10672</b>

Fusible gG-315 A	UD	87	1.43	<b>124.41</b>
Barra neutro NH-1	UD	29	0.57	<b>16.53</b>
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	29	14.35	<b>416.15</b>
Tubo PVC 120(X2)	ML	174	1.06	<b>184.44</b>
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	145	0.40	<b>58</b>
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	29	1.43	<b>41.47</b>
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	29	86.05	<b>2495.45</b>
<b>CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (1 abonado)</b>				
Basamento hormigón prefabricado	UD	5	6.88	<b>34.4</b>
Caja GPM CPM1-D2-M	UD	5	110.2	<b>551</b>
Fusible gG-315 A	UD	15	1.43	<b>21.45</b>
Barra neutro NH-1	UD	5	0.57	<b>2.85</b>
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	5	14.35	<b>71.75</b>
Tubo PVC 120(X2)	ML	30	1.06	<b>31.8</b>
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	25	0.40	<b>10</b>
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	5	1.43	<b>7.15</b>
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	5	86.05	<b>430.25</b>
<b>CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (2 abonado)</b>				
Basamento hormigón prefabricado	UD	81	6.88	<b>557.28</b>
Caja GPM CPM3-D2/2-M	UD	81	266.16	<b>21558.96</b>
Fusible gG-315 A	UD	243	1.43	<b>347.49</b>
Barra neutro NH-1	UD	81	0.57	<b>46.17</b>
Cerramiento obra civil módulo ADS	UD	81	14.35	<b>1162.35</b>

Tubo PVC 120(X4)	ML	972	1.06	<b>1030.32</b>
Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2	ML	405	0.40	<b>162</b>
Pica T.T. 2 m c/ grapa	UD	81	1.43	<b>115.83</b>
Marcado ADS y líneas según Norma Iberdrola	UD	81	86.05	<b>6970.05</b>

#### 6.1.2 PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe zanja en asfalto	<b>6.344,41 €</b>
Total importe zanja en acera	<b>188.123,12 €</b>
Total importe línea cable 240mm2	<b>25.957,01 €</b>
Total importe línea cable 150mm2	<b>6.128,44 €</b>
Total importe CGP	<b>14.207,97 €</b>
Total importe CPM (1 abonado)	<b>1.160,65 €</b>
Total importe CPM (2 abonados)	<b>31.950,45 €</b>
Neto del presupuesto completo	<b>273.872,05 €</b>
0% de imprevistos	<b>0,00 €</b>

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>273.872,05 €</b>
-----------------------------------	---------------------

El total del presupuesto de la Red Subterránea de Baja Tensión asciende a la cantidad de <b>DOSCIENTOS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y DOS CON CINCO CENTIMOS.</b>
--

## 6.2 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.

### 6.2.1 PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL L.S.M.T.				
DESCRIPCIÓN	UD	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>ZANJA EN ASFALTO PARA M.T. SIN REPOSICIÓN</b>				
Zanja 0,5x1,00 m excavación por medios Mecánicos	ML	95.77	46.00	<b>4405.42</b>
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	95.77	6.30	<b>603.35</b>
Dos tubos DPN 160, tendido en zanja	ML	191.54	6.30	<b>1206.7</b>
Hormigón H=200	M3	24	57.14	<b>1371.36</b>
Cinta atención al cable	ML	95.77	0.10	<b>9.57</b>
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	24	10.30	<b>247.20</b>
Prueba de compactación de terreno	UD	10	6.20	<b>62</b>
Aglomerado asfáltico	M3	10	22.70	<b>227</b>
<b>ZANJA EN ACERA PARA M.T. SIN REPOSICION</b>				
Zanja 0,8x1,10 m excavación por medios Mecánicos	ML	1352.87	50.60	<b>68455.22</b>
arena lavada para tendido de cables eléctricos	M3	108.22	15.40	<b>1666.58</b>
arena lavada para cubrir cables eléctricos	M3	432.91	15.40	<b>6666.81</b>
Placa señalización cables y protección mecánica, enlazable	ML	1352.87	2.65	<b>3585.1</b>
Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalización y control	ML	1352.87	6.30	<b>8523.08</b>
Cinta atención al cable (x2)	ML	2705.74	0.10	<b>270.57</b>
Relleno zahorra, compactación por medios mecánicos	M3	649.37	10.30	<b>6688.51</b>
Prueba de compactación de terreno	UD	20	6.50	<b>130</b>
Colocación baldosa 0,80 ancho	ML	1352.87	10.88	<b>14719.22</b>

<b>LINEA CABLE HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x150) mm2 Al</b>				
Cable aislamiento seco 12/20 KV HEPRZ1 1x150 mm2, tendido en zanja	ML	2311.52	8.60	<b>19879.07</b>
Encintado identificación cables colores negro, marron, amarillo, gris (cada 1.5m)	ML	1.541,01	0.50	<b>770,50</b>
Encintado mazo cables color negro (cada 1.5m)	UD	1.541,01	0.50	<b>770,50</b>
<b>JUEGO (3) TERMINALES PASATAPAS 400 A ATORNILLADOS</b>				
Terminal en "T" marca Prysmian referencia PMA-2-400/24 roscado y apantallado	UD	45	260.90	<b>11740.5</b>
Medios auxiliares, material de trabajo y preparación cables	UD	15	100	<b>1500</b>
Conexión a tomas de tierra de herrajes en C.T.	UD	15	50	<b>750</b>
Conexión a cabinas y marcado de fases colores marrón, amarillo, verde	UD	15	50	<b>750</b>
<b>MEDICION DE RADAR COMPROBACION DE CABLES</b>				
Comprobación de radar	UD	1	2500	<b>2500</b>
Preparación de puntas de cable para Medición	UD	1	200	<b>200</b>
Señalización de zona durante los trabajos	UD	1	200	<b>200</b>

### 6.2.2 PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe zanja en asfalto	8.132,60 €
Total importe zanja en acera	110.705,09 €
Total importe línea cable 150mm2	21.420,07 €
Total importe juego pasatapas	14.740,50 €
Total importe medición radar	2.900 €
Neto del presupuesto completo	157.898,26 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>157.898,26 €</b>
-----------------------------------	---------------------

El total del presupuesto de la Red Subterránea de Alta Tensión asciende a la cantidad de **CIENTO CINCUENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO CON VEINTISEIS CENTIMOS.**

### 6.3 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20

#### 6.3.1. PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>OBRA CIVIL</b>			
<b>Edificio de Transformación:</b> <b>PFU-5/20</b> Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	1	11825	<b>11825</b>
<b>EQUIPO DE MT</b>			
<b>Entrada / Salida 1:</b> <b>CGMCOSMOS-L</b> Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: - Un = 24 kV - In = 400 A - Icc = 16 kA / 40 kA - Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm - Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1	2675	<b>2675</b>

<p><b>Entrada / Salida 2:</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-L</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un = 24 kV</li> <li>- In = 400 A</li> <li>- Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>- Mando: manual tipo B</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p>1 2675 2675</p>
<p><b>Entrada / Salida 3:</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-L</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un = 24 kV</li> <li>- In = 400 A</li> <li>- Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>- Mando: manual tipo B</li> <li>- Se incluyen el montaje y conexión.</li> </ul>	<p>1 2675 2675</p>
<p><b>Entrada / Salida 4:</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-L f0</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un = 24 kV</li> <li>- In = 400 A</li> <li>- Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>- Mando: manual tipo B</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión</p>	<p>1 2675 2675</p>



<p><b>Entrada / Salida 5 :</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-L</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un = 24 kV</li> <li>- In = 400 A</li> <li>- Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>- Mando: manual tipo B</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p>1                      2675                      <b>2675</b></p>
<p><b>Seccionamiento Compañía:</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-S</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Un = 24 kV</li> <li>· In = 400 A</li> <li>· Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>· Dimensiones: 450 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>· Mando: manual tipo B</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p>1                      2675                      <b>2675</b></p>
<p><b>Protección Transformador 1:</b></p> <p><b>CGMCOSMOS-P</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un = 24 kV</li> <li>- In = 400 A</li> <li>- Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>- Mando (fusibles): manual tipo BR</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p>1                      3500                      <b>3500</b></p>

<b>Puentes MT Transformador 1:</b>  <b>Cables MT 12/20 kV</b>  Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.	1175
<b>EQUIPO DE POTENCIA</b>	
<b>Transformador 1:</b>  <b>Transformador aceite 24 kV</b>  Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	9450
<b>EQUIPO DE BAJA TENSION</b>	
<b>Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO</b>  Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	2975
<b>Puentes BT - B2 Transformador 1:</b>  <b>Puentes BT - B2 Transformador 1</b>  Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin	1050

armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.			
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>			
<b>Tierras Exteriores Prot Transformación:</b> <b>Anillo rectangular</b>  Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexcionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.  Características:  Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,5 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 7.0x2.5 m	1	1285	1285
<b>Tierras Exteriores Serv Transformación:</b> <b>Picas alineadas</b>  Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: - Geometría: Picas alineadas - Profundidad: 0,8 m - Número de picas: dos - Longitud de picas: 2 metros - Distancia entre picas: 3 metros	1	630	630
<b>Tierras Interiores Prot Transformación:</b> <b>Instalación interior tierras</b>  Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT	1	925	925

y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
<b>Tierras Interiores Serv Transformación:</b> <b>Instalación interior tierras</b>	1	925	<b>925</b>
Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
<b>VARIOS</b>			
<b>Defensa de Transformador 1:</b>	1	233	<b>233</b>
<i>Protección física transformador</i>			
<b>Iluminación Edificio de Transformación:</b> <i>Equipo de iluminación</i>	1	600	<b>600</b>
Equipo de iluminación compuesto de:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.</li> <li>- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.</li> </ul>			
<b>Maniobra de Transformación:</b> <i>Equipo de seguridad y maniobra</i>	1	700	<b>700</b>
Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banquillo aislante</li> <li>- Par de guantes de amianto</li> <li>- Extintor de eficacia 89B</li> <li>- Una palanca de accionamiento</li> <li>- Armario de primeros auxilios</li> </ul>			

### 6.3.2. PRESUPUESTO TOTAL.

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe obra civil	11.825,00 €
Total importe aparamenta de MT	20.725,00 €
Total importe equipos de potencia	9.450,00 €
Total importe equipos de BT	4.025,00 €
Total importe sistema de tierras	3.765,00 €
Total importe de varios	1.533,00 €
Neto del presupuesto completo	51.323,00 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>51.323,00 €</b>
-----------------------------------	--------------------

El total del presupuesto del Centro de Transformación prefabricado asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTITRES EUROS.**

## 6.4 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO MINIBLOCK

### 6.4.1 PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>OBRA CIVIL</b>  <b>Edificio de Transformación:</b>  <b>miniBLOK - 24</b>  Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y apartamentación interior que está formada sobre un bastidor.	1		
<b>EQUIPOS DE MEDIA TENSION</b>  <b>E/S1,E/S2,PT1:</b>  <b>CGMCOSMOS-2LP</b>  Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:  - Un = 24 kV - In = 400 A - Icc = 16 kA / 40 kA - Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm - Mando 1: manual tipo B - Mando 2: manual tipo B - Mando (fusibles): manual tipo BR	1		

<b>INTERCONEXIONES DE MEDIA TENSION</b>	
<b>Puentes MT Transformador 1:</b>	1
<b>Cables MT 12/20 kV</b>	
<p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>	
<p>En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>	
<b>EQUIPO DE POTENCIA</b>	
<b>Transformador 1:</b>	1
<i>Transformador aceite 24 kV</i>	
<p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.</p>	
<b>EQUIPOS DE BAJA TENSION</b>	
<b>Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO</b>	1
<p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.</p>	

<b>INTERCONEXIONES DE BAJA TENSION</b>	
<b>Puentes BT - B2</b> <b>Transformador 1:</b>  Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.	1
<b>VARIOS</b>	
<b>Iluminación Edificio de Transformación:</b>  <b>Equipo de iluminación</b>  Equipo de iluminación compuesto de:  Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.	1
<b>Maniobra de Transformación:</b>  <b>Equipo de seguridad y maniobra</b>  Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:  - Par de guantes de amianto - Una palanca de accionamiento	1
<b>TOTAL EQUIPO COMPACTO MINIBLOK</b>	<b>28.525,00</b>



## SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### Tierras Exteriores Prot Transformación:

#### *Anillo rectangular*

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexcionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0m

### Tierras Exteriores Serv Transformación:

#### *Picas alineadas*

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

### Tierras Interiores Prot Transformación:

#### *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y

1	1285	1285
---	------	------

1	630	630
---	-----	-----

1	0	0
---	---	---

conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
<b>Tierras Interiores Serv Transformación:</b>	1	0	0
<b>Instalación interior tierras</b>			
Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			

#### 6.4.2. PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe equipo compacto miniblok	28.525,00 €
Total importe circuito de tierras	1.915,00 €
Neto del presupuesto completo	30.440,00 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>30.440,00 €</b>
-----------------------------------	--------------------

El conjunto incluye un total de 4 transformadores de las características anteriormente descritas, siendo por tanto el presupuesto total:

<b>TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO</b>	<b>121.760,00 €</b>
-----------------------------------	---------------------

El total del presupuesto del Centros de Transformación compactos asciende a la cantidad de **CIENTO VEINTIUN MIL SETECIENTOS SESENTA EUROS.**

## 6.5 PRESUPUESTO ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 6.5.1. PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO €	TOTAL €
<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>			
<b>Casco de seguridad</b> homologado en material resistente al impacto, clase N, con arnés de adaptación, con marca "CE", según normas EPI.	10	1,96	<b>19,60</b>
<b>Casco de seguridad</b> homologado contra el riesgo eléctrico, clase "E-BT", para uso en baja tensión, con arnés de adaptación, en material resistente al impacto, con marca "CE", según normas EPI.	2	4,04	<b>8,08</b>
Par de <b>guantes de cuero</b> y loneta, con marca "CE", según normas EPI.	15	2,29	<b>34,35</b>
Par de <b>guantes aislantes</b> para instalaciones eléctricas, con marca "CE", según normas EPI.	2	8,52	<b>17,04</b>
Par de <b>guantes de goma impermeables</b> , con marca "CE", según normas EPI.	15	0,72	<b>10,80</b>
Par de <b>botas impermeables</b> , fabricadas en cloruro de polivinilo de media caña, varias tallas, con talón y empeine reforzado, forradas en loneta de algodón resistente, con plantilla antisudatoria, suela dentada antideslizante, con marca "CE", según normas EPI.	4	7,22	<b>28,88</b>
Par de <b>botas de seguridad</b> contra riesgos en los pies, fabricadas con serraje de piel y loneta reforzada contra los desgarros, varias tallas, con puntera metálica y plantilla antisudatoria forradas en loneta de algodón resistente, suela dentada antideslizante, con marca "CE", según normas EPI.	10	15,08	<b>150,80</b>

<p>Par de <b>botas de seguridad</b>, fabricadas con material aislante de la electricidad, varias tallas, dotadas de suela antideslizante, para protección de trabajos en baja tensión, con marca "CE", según normas EPI.</p> <p><b>Mono de trabajo</b> de una pieza, de tejido ligero y flexible, amortizable en 1 uso.</p> <p><b>Traje impermeable</b> de trabajo, en 2 piezas de PVC.</p> <p><b>Gafas contra impactos</b>, homologadas, con marca "CE", según normas EPI.</p> <p><b>Mascarilla</b> para la retención de polvo, de pavel filtrante y filtros de recambio, con marca "CE", según normas EPI.</p> <p><b>Protectores auditivos</b> con arnés a la nuca.</p> <p><b>Cinturón antivibratorio</b>, amortizable en 4 usos.</p> <p><b>Peto llamativo y reflectante</b> de seguridad personal, color amarillo ó rojo, amortizable en tres usos.</p> <p>Cinturón porta-herramientas para colgar hasta cuatro herramientas, con marca "CE", según normas EPI.</p>			
	2	26,25	52,50
	10	15,02	150,20
	4	7,88	31,52
	2	8,52	17,04
	5	0,52	2,60
	2	12,87	25,74
	2	9,97	19,94
	10	6,44	64,40
	5	3,29	16,45
PROTECCIONES COLECTIVAS			
<p><b>Valla móvil metálica</b> de cerramiento de obra, formada por celosía electrosoldada a tubos de hierro galvanizados, de 1,90 m. de altura por 3,50 m. de longitud, con pedestal de hormigón para su sujeción, y elementos de unión entre ellas, incluso formación de puertas para paso de vehículos y personal, montada y desmontada, para diez puestas.</p>	60	2,63	157,80

<b>Valla para contención de peatones</b> normalizada, de 2,40x1,05 m., con pieza laterales para empalmes y acoplamiento, amortizable en 10 usos.	10	2,58	<b>25,80</b>
<b>Panel direccional reflectante</b> de 80x40 cm. colocado en valla metálica, para diez puestas.	4	9,02	<b>36,08</b>
<b>Protección horizontal de huecos</b> con chapa de acero de 1,5 cm, incluso colocación y retirada, para cinco puestas.	5	12,30	<b>61,5</b>
<b>Cono de señalización</b> reflectante, colocado y retirado, para tres puestas.	5	2,97	<b>14,85</b>
<b>Cartel informativo de obra</b> de 80x40, con postecillo metálico anclado al terreno, para diez puestas.	4	12,99	<b>51,96</b>
<b>Señal de seguridad</b> de 40x40 cm indicativa de prohibido el paso para persona ajena a la obra, sujeta a valla móvil en puertas de accesos a la obra. Tres puestas.	4	2,46	<b>9,84</b>
<b>Señal de seguridad</b> de 50x40 cm indicativa de uso obligatorio de caso, sujeta a valla móvil en puertas de accesos a la obra. Tres puestas.	4	2,46	<b>9,84</b>
<b>Señal de tráfico homologada</b> para obras, con postecillo para anclaje a terreno mediante cemento de hormigón, amortizable en 3 puestas, incluso colocación y retirada.	10	19,64	<b>196,40</b>
<b>Banda bicolor (rojo-blanco)</b> plástica, para señalización, colocada y retirada.	200 ML	0,38	<b>76,00</b>
<b>Baliza luminosa intermitente</b> con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con cédula fotoeléctrica y dos las, colocada y retirada. tres puestas.	10 ML	8,07	<b>80,70</b>
<b>Malla naranja de PVC</b> de 1,10 m. de altura, colocada y retirada.	100 ML	1,95	<b>195,00</b>
<b>Toma de tierra</b> mediante pica de cobre de 14mm de diámetro	1	28,03	<b>28,03</b>

y 2m de longitud.			
<b>Interruptor diferencial</b> para instalaciones a 220V, de 30mA de sensibilidad, 25 A de intensidad nominal, amortizable en 1 uso, totalmente instalado.	1	41,28	<b>41,28</b>
<b>Extintor de polvo seco BCE</b> de 12 Kg, cargado, amortizable en 3 usos, totalmente instalado.	1	30,26	<b>30,26</b>
<b>Brigada de seguridad</b> en mantenimiento y reposición de protecciones.	20	26,01	<b>520,20</b>
<b>INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>			
<b>Alquiler de caseta prefabricada</b> , con comedor, dos aseos, un urinario, dos duchas, y dos placas turcas en otro compartimento con acceso independiente, durante un mes, de 8,20x2,40m, con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío, cerramiento de chapa nervada y galvanizada, acabado con pintura prelacada, aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido, revestimiento de PVC en suelos, tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado, persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	6	128,47	<b>770,82</b>
<b>Acometidas a caseta</b> de energía eléctrica, agua, y saneamiento.	1	180,31	<b>180,31</b>
<b>Taquilla metálica individual</b> con llave de 1,78 m. de altura, colocada y retirada. para diez usos.	5	7,09	<b>35,45</b>
<b>Mesa de madera</b> para cinco personas, amortizable en 4 usos, colocada.	1	15,93	<b>15,93</b>

<b>Banco de madera</b> de capacidad para cinco personas, amortizable en 4 usos, colocado.	2	10,31	<b>20,62</b>
<b>Horno microondas</b> para calentar comidas, de 18 L de capacidad, plato giratorio y reloj programador, amortizable en 5 usos, instalado.	1	27,04	<b>27,04</b>
<b>Radiador eléctrico de 1000 W</b> , amortizable en 3 usos, instalado.	1	4,21	<b>4,21</b>
<b>Recipiente para recogida de desperdicios</b> , tres usos, colocado.	1	7,10	<b>7,10</b>
<b>Instalación de dos espejos, dos portarrollos tipo industrial con cerradura, dos perchas, dos jaboneras, y un secamanos eléctrico</b> , para tres usos.	1	32,51	<b>32,51</b>
<b>Limpieza y desinfección de caseta</b> de obra.	10	13,01	<b>13,01</b>
<b>MEDICINA PREVENTIVA DE PRIMEROS AUXILIOS</b>			
<b>Botiquín de urgencia</b> para obra, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	1	52,78	<b>52,78</b>
<b>Reconocimiento médico</b> obligatorio.	5	48,26	<b>48,26</b>
<b>FORMACION</b>			
<b>Formación de seguridad e higiene en el trabajo</b> realizada por un encargado, considerando una hora a la semana.	10	16,09	<b>160,90</b>
<b>Comité de seguridad e higiene</b> compuesto por un técnico en la materia de seguridad, con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando como mínimo una reunión al mes.	3	57,91	<b>173,73</b>

#### 6.5.2. PRESUPUESTO TOTAL.

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe Protecciones individuales	649,94 €
Total importe Protecciones colectivas	1.535,54 €
Total importe Inst. Hig. Y Bien.	1.107,00 €
Total importe Medic. Preven. Pri. Aux.	101,04 €
Total importe Formac. Reun. Oblig. Cumpl.	334,63 €
Neto del presupuesto completo	3.728,15 €
0% de imprevistos	0,00 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>	<b>3.728,15 €</b>
-----------------------------------	-------------------

El total del presupuesto del Centro de Transformación prefabricado asciende a la cantidad de **TRES MIL SETECIENTOS VEINTIOCHO CON QUINCE.**



## 6.6 PRESUPUESTO ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS

### 6.6.1. PRESUPUESTO UNITARIO

PRESUPUESTO PARCIAL ESTUDIO PLAN DE GESTION DE RESIDUOS					
RESIDUOS	VOLUMEN CONTENEDO R/BIDON	CANTIDAD	UNITARIO €	CANON DE VERTIDO €	TOTAL €
<b>NATURALEZA PETREA</b>					
<b>Tierras de excavación.</b>	Camion 20T max 10km	103	64,96	6,12	<b>19.287,53</b>
<b>NATURALEZA NO PETREA</b>					
<b>Metales</b>	Contenedor 7,0 m3	3	63,49	2,85	<b>257,89</b>
<b>Papel</b>	Contenedor 30 m3	1	97,50	2,65	<b>7,92</b>
<b>Plástico</b>	Contenedor 30 m3	1	97,50	2,65	<b>39,60</b>
<b>Yeso</b>	Contenedor 7,0 m3	1	63,49	8,13	<b>79,69</b>
<b>Arena , Grava y otros áridos</b>	Contenedor 7,0 m3	2	63,49	8,13	<b>288,95</b>
<b>Hormigón</b>	Contenedor 7,0 m3	7	63,49	3,50	<b>841,88</b>
<b>Ladrillos, azulejos y cerámicos</b>	Contenedor 7,0 m3	49	63,49	5,20	<b>5.768,22</b>
<b>Piedra</b>	Contenedor 7,0 m3	5	63,49	9,06	<b>746,12</b>
<b>Basuras</b>	Contenedor 7,0 m3	12	63,49	9,10	<b>1.396,40</b>

#### 6.6.2. PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCION	TOTAL €
Total importe Residuos naturaleza petrea	19.287,53 €
Total importe Residuos naturaleza no petrea	9.426,66 €
Neto del presupuesto completo	28.714,19 €
0% de imprevistos	0,00 €

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO TRANSPORTE + VERTIDO	28.714,19 €
---	-------------

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO	273.872,05 €
----------------------------	--------------

El total del presupuesto del Centros de Transformación compactos asciende a la cantidad de **VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS CATORCE CON DIECINUEVE CENTIMOS.**

### 6.7.3 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

DESCRIPCION	TOTAL €
Red Subterránea de Baja Tensión	273.872,05 €
Red Subterránea de Media Tensión	157.898,26 €
Centro de Transformación PFU-5/20	51.323,00 €
4 Centros de Transformación compactos miniblok	121.760,00 €
Estudio Basico de Seguridad y Salud	3.728,15 €
Plan de gestión de residuos	28.714,19 €
<b>Presupuesto de Ejecución y Material</b>	<b>637.295,65 €</b>
13% Gastos Generales	82.848,43 €
6% Beneficio Industrial	49.709,06 €
<b>Presupuesto de Ejecución de Contrato</b>	<b>769.853,14 €</b>
18% IVA	138.573,56 €
<b>Presupuesto de Licitación</b>	<b>908.426,70 €</b>

**El presupuesto de licitación del proyecto de "Electrificación de un polígono residencial" asciende a la cantidad total de NOVECIENTOS OCHO MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS CON SETENTA CENTIMOS.**

**Firmado:**

**Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad  
Alberto Tomás Besada Peña  
D.N.I.: 23010713 - H  
Cartagena, 24 de Abril de 2012**

## **PLANOS**

## **7. PLANOS**

- 1 EMPLAZAMIENTO
- 2 SITUACIÓN 1
- 3 SITUACIÓN 2
- 4 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1
- 5 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2
- 6 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3
- 7 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4
- 8 ANILLOS 1 Y 2 BT - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CR
- 9 LINEA MEDIA TENSION - ACOMETIDA/CENTRO DE REPARTO
- 10 LINEA MEDIA TENSION - CENTRO DE REPARTO/CENTRO DE ABONADO
- 11 ANILLO MEDIA TENSION
- 12 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1
- 13 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2
- 14 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3
- 15 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4
- 16 ZANJAS - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CR
- 17 ZANJAS - ACOMETIDA/CENTRO DE REPARTO
- 18 ZANJAS - CENTRO DE REPARTO /CENTRO DE ABONADO
- 19 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (I)
- 20 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (II)
- 21 ZANJAS - ANILLO MEDIA TENSION (III)
- 22 DIMENSIONES PFU-5/20
- 23 ESQUEMA UNIFILAR PFU-5/20
- 24 DIMENSIONES MINIBLOK
- 25 ESQUEMA UNIFILAR MINIBLOK
- 26 PUESTAS A TIERRA PFU-5/20 - MINIBLOK

## **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSIÓN**

**XZ1(S) 0,6/1 KV AL**

## **ANEXO 1**

### **CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSION XZ1(S) 0,6/1 KV AL**

#### **1. Objeto y campo de aplicación**

Esta Norma (56.31.21) especifica las características que deben reunir y los ensayos que han de superar los cables unipolares de BT, con conductores de aluminio, tipo XZ1(S), destinados principalmente a las redes subterráneas de baja tensión a instalar en el ámbito de Iberdrola.

#### **2. Normas de consulta**

- NI 00.08.00: Calificación de suministradores y productos tipificados.
- UNE 21 022: Conductores de cables aislados.
- UNE 21 167-1: Bobinas de madera para cables aislados. Características generales.
- UNE HD 603-5N: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV.  
Parte 5: Cables aislados con XLPE, no armados. Sección N: Cables sin conductor concéntrico (Tipo 5N).

#### **3. Tipos normalizados, características esenciales y códigos**

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 1:

Tabla 1

Tipos normalizados y características esenciales

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm <sup>2</sup>	Nº mínimo alambres	Suministro Long ± 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:





#### **4. Características y ensayos**

Estos cables responderán a lo establecido en la UNE HD 603-5N.

#### **5. Designación**

Estos cables se designarán mediante una serie de siglas y números cuyo significado es el siguiente:

- XZ1: designación norma UNE-HD 603-5X; según la norma UNE 21123-4 designación RZ1): cables con aislamiento de polietileno reticulado (XPLE) y cubierta de poliolefina (PO), sin armadura ni pantalla, con conductor de aluminio clase 2.
- 0,6/1 kV: tensión asignada del cable.
- Sección: valor, en mm<sup>2</sup> de la sección del conductor.
- K: conductor circular y compacto.
- Al: conductor de aluminio.

Ejemplo de denominación:

Cable XZ1(S) 0,6/1 kV 1x150 K Al NI 56.31.21.

#### **6. Marcas**

Llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

#### **7. Utilización**

En las instalaciones de líneas subterráneas de BT a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola, se utilizará en las derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

#### **8. Suministro**

Estos cables se suministran en bobinas indicadas en la tabla 1 y en las longitudes allí reflejadas de suministro, con una tolerancia de  $\pm 2\%$ .

Se aceptarán hasta un 5% de bobinas con longitudes de cable diferentes a las fijadas, siempre que esta diferencia no sea superior al 50%.

El cierre de las bobinas se realizará con duelas de madera. Iberdrola podrá, no obstante, admitir otros sistemas (Ver Anexo A).

Los extremos de los cables, irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por Iberdrola.

## **9. Calificación y recepción**

### **9.1 Calificación**

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la Norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

La calificación incluirá la realización de los ensayos y verificaciones indicados en los capítulos 4 y 6 de esta Norma.

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados previamente por el fabricante o en los procesos de obtención de marcas de calidad.

Después del proceso de fabricación, se elaborará por cada fabricante y modelo un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

### **9.2 Recepción**

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad Implantado en fábrica y de la relación Iberdrola- Suministrador, en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.). En principio se seguirá el criterio establecido en la UNE HD 603-5N.

## **ANEXO A**

### **A.1 Suministro: cierre de las bobinas**

#### **Generalidades**

Aún cuando en la norma se establece que el cierre de las bobinas se realice mediante duelas de madera, Iberdrola podrá admitir otros sistemas.

Para la aprobación de un determinado sistema el fabricante del cable o, en su caso, el fabricante del sistema de cierre, presentará su o sus alternativas a Iberdrola

quien, en caso de que, a su juicio, sea satisfactorio, lo autorizará y lo incluirá expresamente en la norma NI del cable correspondiente, tal y como a continuación se indica.

#### **A.1.1 Sistemas alternativos aprobados**

##### **A.1.1.1 Sistema de láminas de fibras de madera (Nolco Flex).**

Constituido por láminas de fibras de madera protegidas con plástico exteriormente, este embalaje resulta hidrófugo y cumple las siguientes características:

- Resistencia a la penetración  $\geq 350 \text{ daN/cm}^2$ .
- Resistencia a la flexión  $\geq 14 \text{ N/mm}^2$ .
- Resistencia a la compresión: reducción máxima del espesor de la lámina en un 50% cuando se aplican  $\geq 15 \text{ daN/cm}^2$ .



2011



# Cables y Accesorios para Baja Tensión

## M) NUEVO CABLE DE ALUMINIO PARA BT AL VOLTALENE FLAMEX (S) — CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL AL VOLTALENE N (AL RV)

El nuevo cable Al Voltalene Flamex (S), con designación genérica AL XZ1 (S), viene a mejorar las características mecánicas y de comportamiento frente al fuego del cable de aluminio de BT (Al Voltalene N), que ha dejado de fabricarse en favor del primero (AL XZ1 (S)).

### MEJORAS SUSTANCIALES DE COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

- Se mantiene la resistencia a la propagación de la llama según UNE EN 60332-1-2
- Se mejoran las características relativas a la emisión de humos:
  - Reducida emisión de humos opacos (supera el ensayo de opacidad de humos de UNE EN 61034-2)
  - Nula emisión de gases ácidos y corrosivos (UNE EN 50267)

### OTRAS MEJORAS

- Se mantiene el diseño unipolar para facilitar el tendido y la confección de accesorios
- Se mejora la resistencia del cable a los agentes externos
  - Resistencia al desgarro y la abrasión con un material de cubierta de mejores características
  - Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento
- Se mejora la facilidad de instalación, gracias a la reducción del espesor de la cubierta
- Se reduce el impacto medioambiental eliminando estabilizantes con plomo y plastificantes

Con la aparición del nuevo Al Voltalene Flamex (S) desaparecerá el cable Al Voltalene N pero no el Al Afumex (AS) que en cuanto a su comportamiento frente al fuego supera además el ensayo de no propagación del incendio que no cumple el Al Voltalene Flamex (S) y por ello este último no puede ser utilizado en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales o líneas generales de alimentación.

Las intensidades admisibles son iguales para los 3 diseños. Se trata de cables termoestables con aislamiento de XLPE (polietileno reticulado).

La siguiente tabla comparativa aclara las propiedades de cada diseño. Son notables las mejoras del Al Voltalene Flamex (S) frente al Al Voltalene N.

Propiedades	Utilidades	AL VOLTALENE N AL RV	AL VOLTALENE FLAMEX (S) AL XZ1 (S)	AL AFUMEX (AS) AL RZ1 (AS)
Resistencia a la tracción Alargamiento mínimo en la rotura	N/mm <sup>2</sup> %	12,5 150	12,5 300	10 125
Resistencia al desgarro UNE-HD 605,1	N/mm	—	9	—
Resistencia a la absorción Masa aplicada Nº de desplazamientos	Kg Nº	—	18 8	—
No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2	—	Sí	Sí	Sí
No propagación del incendio UNE-EN 50266-2-4	—	No	No	Sí
Libre de halógenos y gases ácidos UNE-EN 50267 (HCl < 0,5%)	—	No	Sí	Sí
Opacidad de humos UNE-EN 61034-2 (T > 60%)	—	No	Sí	Sí



## AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

### CARACTERÍSTICAS CABLE

No propagación de la llama  
UNE EN 60332-1-2Baja emisión de humos opacos  
UNE EN 61034-2Libre de halógenos  
UNE EN 50267-2-1Nula emisión de gases corrosivos  
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

### RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma constructiva: UNE-HD 603-5X-1 (aplica a las secciones que proceda), IEC-60502.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

Metal: Aluminio.

Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

### CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DM01, según UNE HD 603-5.

Color: Negro.



## APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
  - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se requiera Afumex (AS). Ver apartado M.



# AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

## SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK\*

1 COND. (NE)					
1 x 16	1 x 25	1 x 35	1 x 50	1 x 70	1 x 95
1 x 120	1 x 150	1 x 185	1 x 240	1 x 300	

\* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1.91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1.2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0.868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0.641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0.443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0.32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0.253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0.206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0.164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0.125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F (Al) → columna 11 (unipolares trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Al).

(Ver página 23).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caidas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.3.

## C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NUEVA NORMA UNE 211435)

Las redes subterráneas para distribución según el REBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Hemos decidido, no obstante, incluir en el apartado C bis todo lo que dice el REBT (basado en la anulada UNE 20435) y priorizar este apartado en el que tratamos el contenido de la norma nueva en vigor.




Los cables a utilizar y las modalidades de instalación siguen siendo los citados al comienzo del apartado C bis, nos centraremos en las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección.

### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cables de Cu tipo RV (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados) o Al XZ1(S) (Al Voltalene Flamex) de 0,6/1 kV las intensidades admisibles en función del sistema de instalación están recogidas en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>COBRE</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Temperatura del terreno en °C 25  
 Temperatura del aire ambiente en °C 40  
 Resistencia térmica del terreno en K·m/W 1,5  
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

(1) Tres cables unipolares al tresbolillo.

(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

Obsérvese que ahora el estándar considerado para la resistividad térmica del terreno es 1,5 K·m/W en lugar de 1 K·m/W de la UNE 20435 lo que supone una reducción de las intensidades admisibles en canalizaciones soterradas.

### FACTORES DE CORRECCIÓN

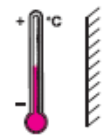
Si la temperatura ambiente difiere del estándar (40 °C para instalaciones al aire en galerías y 25 °C para instalaciones enterradas) tenemos los siguientes valores a aplicar a las intensidades de la tabla anterior:



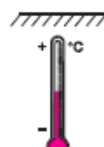
TABLA A.6 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables <u>en galerías</u> , °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables <u>soterrados</u> , °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83



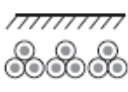
\* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90 °C en el conductor en régimen permanente.

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

TABLA A.7 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)

Cables <u>directamente soterrados</u> en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

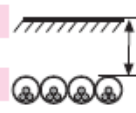


Para tener en cuenta el efecto de la profundidad de enterramiento de la instalación:

TABLA A.8 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)

Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

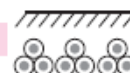


Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



## F) INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO

TABLA F-3.

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE AI CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (TIPO XLPE, EPR, POLIOLEFINAS Z O SILICONA), MÁX 250 °C EN CORTOCIRCUITO ( $I_{cc} = 94 \cdot S / \sqrt{t}$ )

Sección (S)	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16	4.756	3.363	2.746	2.127	1.504	1.228	1.063	951	868
25	7.431	5.255	4.290	3.323	2.350	1.919	1.662	1.486	1.357
35	10.404	7.357	6.007	4.653	3.290	2.686	2.326	2.081	1.899
50	14.863	10.510	8.581	6.647	4.700	3.838	3.323	2.973	2.714
70	20.808	14.713	12.013	9.306	6.580	5.373	4.653	4.162	3.799
95	28.239	19.968	16.304	12.629	8.930	7.291	6.314	5.648	5.156
120	35.670	25.223	20.594	15.952	11.280	9.210	7.976	7.134	6.513
150	44.588	31.529	25.743	19.940	14.100	11.513	9.970	8.918	8.141
185	54.992	38.885	31.750	24.593	17.390	14.199	12.297	10.998	10.040
240	71.341	50.446	41.189	31.905	22.560	18.420	15.952	14.268	13.025
300	89.176	63.057	51.486	39.881	28.200	23.025	19.940	17.835	16.281



# AENOR

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

## CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO Nº 075 / 000050

AENOR PRODUCT CERTIFICATE Nº

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto  
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**CABLE DE DISTRIBUCIÓN, AISLADO CON POLIETILENO RETICULADO, NO  
ARMADO, CON CUBIERTA DE POLIOLEFINA Y SIN CONDUCTOR CONCÉNTRICO  
(0,6/1 KV). TIPO 5N1**

**DISTRIBUTION CABLE, XLPE INSULATED, UNARMoured, POLYOLEFIN SHEATHED AND  
WITHOUT CONCENTRIC CONDUCTOR (0,6/1 KV). TYPE 5N1**

Designación	Marca Comercial	Limitación
Designation	Trade Mark	Restriction
XZ1 (Al)	VOLTALENE PRYSMIAN	1 x 25 mm <sup>2</sup> ; 1 x 50 mm <sup>2</sup> ; 1 x 95 mm <sup>2</sup> ; 1 x 150 mm <sup>2</sup> ; 1 x 240 mm <sup>2</sup> .

suministrado por

supplied by

**PRYSMIAN CABLES Y SISTEMAS, S.L.**  
**CR C-15 , KM 2. PL. MASIA D'EN NOTARI 08800 VILANOVA I LA GELTRU**  
**(Barcelona - ESPAÑA)**

y elaborado en

and manufactured in

**CR C-15, KM 2. PL. MASIA D'EN NOTARI**  
**08800 VILANOVA i LA GELTRÚ (Barcelona - ESPAÑA)**

es conforme con

complies with

**UNE 211603-5N1:2005**  
**UNE 211603-5N1:2005 ERRATUM:2007**

Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 75.01.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 75.01.

Fecha de concesión: **2007-09-28**  
First issued on:

Fecha de caducidad: **2012-09-28**  
Expires on:



**El Director General de AENOR**  
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

## **ANEXO 2**

### **CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)**

## **ANEXO 2**

### **CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)**

Siguiendo la norma particular de Iberdrola NI 76.50.01 en la que se especifican las características de las CGP y los distintos ensayos a realizar en ellas, mostramos ahora toda esa información.

#### **1. Objeto**

Esta norma fija los tipos de cajas generales de protección (CGP) que deberán utilizarse en el ámbito de Iberdrola. Establece, además, por referencia, las características que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer.

#### **2. Campo de aplicación**

Esta norma se aplicará a las CGP hasta 400 A, con bases con o sin dispositivo extintor de arco, para instalación adosada o en hornacinas o muros de cierre o colocadas sobre zócalos.

#### **3. Normas de consulta** (mirar en NI 76.50.01)

#### **4. Tipos normalizados: características esenciales y códigos. Designación. Denominación**

Los esquemas eléctricos de las CGP normalizadas se representan en la figura 1, correspondiendo a los tipos y designaciones que se indican en la tabla 1.

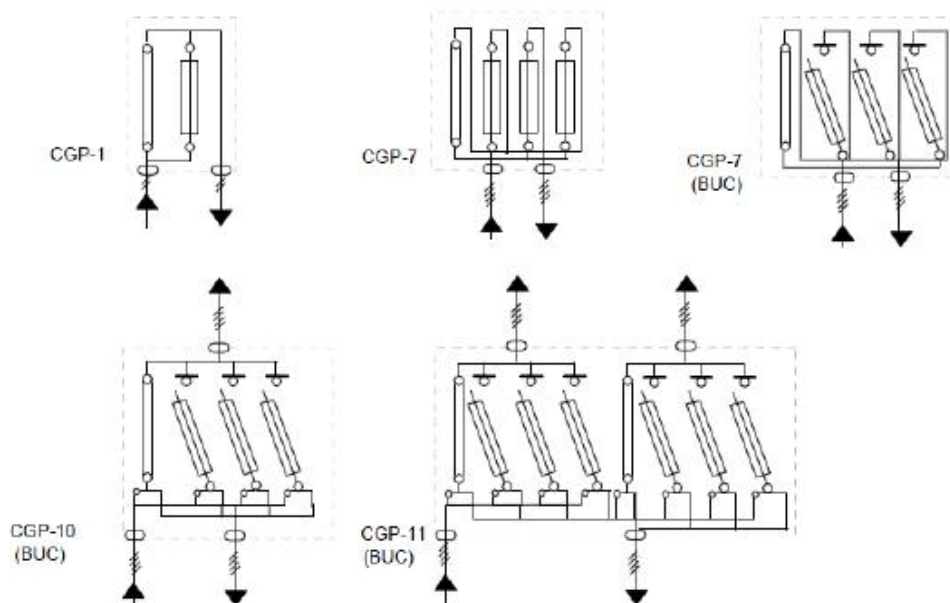


Fig. 1: Esquemas eléctricos de CGP\*

La entrada y salida de los cables no prejuzga el tipo de los dispositivos de ajuste.



En la tabla 1 se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles.

Tabla 1  
Tipos de CGP normalizadas, características esenciales y códigos

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

\* La corriente máxima del cartucho fusible será 80 A de acuerdo con el resultado satisfactorio del ensayo de calentamiento, con bases normalizadas del tamaño 22x58 e intensidad asignada de 100 A.

\*\* En estudio su paso a BUC

El significado de las siglas que conforman la designación es el que se indica en la tabla 2.

Tabla 2  
Designación de las CGP

Designación	Significado de las siglas				
	CGP	(1)	(2)	(3)	BUC*
CGP-(1)-(2)/BUC*	Caja General de protección	Esquema según la figura 1	Intensidad máxima del fusible que debe colocar, en amperios		Base unipolar cerrada
CGP-(1)-(2)/(3)/BUC			Intensidad máxima del fusible que se debe colocar en el primer circuito, en amperios	Intensidad máxima del fusible que se debe colocar en el segundo circuito, en amperios	

\* Corresponderá a las CGP que, en su caso, incorporen bases unipolares cerradas con dispositivo extintor de arco.

## **5. Características de las CGP**

### **5.1 Características eléctricas**

#### **5.1.1 Tensión asignada**

La tensión asignada es de 500 V.

#### **5.1.2 Intensidad asignada**

Se corresponde con el componente (2) de la designación, expresado en la tabla 2 y serán las siguientes: 100-160-250-400 A. En las CGP-10, y CGP-11, el circuito destinado al paso de la energía estará previsto para una corriente de 400 A.

#### **5.1.3 Rigidez dieléctrica**

Los valores de las tensiones de ensayo serán los siguientes:

a) A frecuencia industrial, durante 1 minuto:

- 2.500 V, entre partes activas de polaridades diferentes, estando establecida la continuidad de los circuitos.
- 5.250 V, entre partes activas y masa.

b) Con impulsos de tipo rayo se aplicarán 8 kV entre partes activas y masa.

#### **5.1.4 Calentamiento**

Los calentamientos máximos admisibles son los indicados en el apartado 8.1.7.

### **5.2 Características constructivas**

#### **5.2.1 Generales**

Las partes interiores de las CGP serán accesibles, para su manipulación y mantenimiento, por la cara frontal de las mismas. Las CGP, dispuestas en posición de servicio, cumplirán las condiciones de protección por aislamiento total, especificadas en el apartado 7.4.3.2.2 de la Norma UNE EN 60 439-1.

##### **5.2.1.1 Materiales**

Las CGP deben construirse con materiales aislantes, de clase térmica A como mínimo, según la Norma UNE 21 305, capaces de soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas, así como los efectos de la humedad, susceptibles de presentarse en servicio normal. En los dispositivos de entrada y salida de los cables, se admiten materiales aislantes de clase térmica Y.

##### **5.2.1.2 Grado de protección**

El grado de protección de las CGP, según la Norma UNE 20 324, contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos, será IP 43. El grado de protección contra los impactos mecánicos será IK 08, según la Norma UNE EN 50 102.

### 5.2.1.3 Ventilación

Las CGP deberán tener su interior ventilado con el fin de evitar las condensaciones. Los elementos que proporcionen esta ventilación no deberán reducir el grado de protección establecido.

### 5.2.2 Dimensiones

Serán las indicadas por el fabricante, una vez cumplidos los ensayos correspondientes.

### 5.2.3 Tapa y dispositivo de cierre

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos en los que la tapa esté unida a la CGP mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a  $130^\circ$  o será fácilmente desmontable. El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado, con las tolerancias indicadas en la figura 2. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos, estos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo de precinto.

### 5.2.4 Dispositivos de fijación de las CGP

Las CGP estarán diseñadas de forma tal que se puedan instalar mediante los correspondientes elementos de fijación, manteniendo la rigidez dieléctrica y el grado de protección previsto para cada una de ellas.

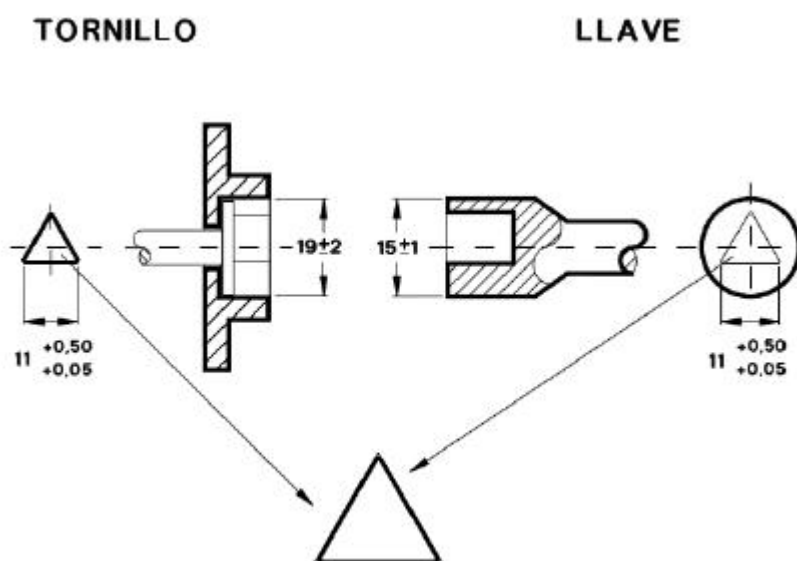


Fig. 1.-Dispositivo de cierre de cabeza triangular



### **5.2.5 Entrada y salida de los cables**

La disposición para entrada y salida de los cables por la parte inferior de las CGP de intensidades superiores a 100 A, será tal que permita la conexión de los mismos sin necesidad de ser enhebrados. Los cables que salgan por la parte superior deberán enhebrarse.

Las CGP de intensidades superiores a 100 A dispondrán de un orificio independiente que permita el paso de un cable aislado, de hasta 50 mm<sup>2</sup>, para la puesta a tierra del neutro. Este cable deberá instalarse por enhebrado.

Los orificios para el paso de los cables llevarán incorporados dispositivos de ajuste, que se suministrarán colocados en su emplazamiento o en el interior de las CGP.

Los dispositivos de ajuste dispondrán de un sistema de fijación tal que permita que, una vez instalados, sean solidarios con la CGP, pero que, en cuanto se abra la CGP, sean fácilmente desmontables.

Cuando el acceso de los cables a las CGP esté previsto mediante tubos de protección, la arista exterior de estos más próxima a la pared de fijación, no distará más de 25 mm del plano de fijación de la CGP.

### **5.2.6 Bases de los fusibles sin dispositivo extintor de arco**

Las bases de los cortacircuitos fusibles sin dispositivo de arco, cumplirán con las Normas NI 76.01.01 ó NI 76.02.01, según sea el tamaño de la base, fusible de cuchillas o fusible de cápsulas cilíndricas respectivamente.

### **5.2.7 Bases de los fusibles con dispositivo extintor de arco**

Las bases de los cortacircuitos fusibles con dispositivo de arco serán unipolares cerradas (BUC) y cumplirán con la Norma NI 76.01.02. Las CGP tendrán, en su caso, pantallas aislantes, entre todos los polos, de forma que, una vez instalados los terminales, imposibiliten un cortocircuito entre fases o entre fases y neutro. El espesor mínimo de estas pantallas será de 2,5 mm.

### **5.2.8 Conexiones de entrada y de salida**

Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala, que serán bimetálicos cuando proceda, en aquellas CGP provistas de bases de cortacircuitos del tipo de cuchilla. Las conexiones eléctricas se efectuarán con tornillería de material inoxidable.

En el diseño de las CGP con entrada y salida por su parte inferior, la disposición relativa de las conexiones se efectuará teniendo en cuenta que, normalmente, la última operación de conexión corresponde a los cables de Iberdrola.

Se instalarán tantos puntos de conexión independientes como número de conductores se vayan a conectar a la CGP.

En todas las CGP, la conexión de entrada del neutro llevará incorporado un borne auxiliar, que permita la conexión a tierra. La capacidad del borne auxiliar será tal que permita la introducción de un conductor de 16 a 50 mm<sup>2</sup> de cobre.

En las CGP con entrada y salida de cables por su parte inferior, de intensidades asignadas inferiores a 160 A, la situación de los bornes o de las conexiones debe permitir que el radio de curvatura del cable de 0,6/1 kV, de la máxima sección prevista, sea superior a 5 veces su diámetro.

En las CGP equipadas con fusibles de cuchillas, la distancia mínima entre los extremos de las pletinas de conexión y la parte más próxima de la CGP, medida en vertical, será, como mínimo, de 150 mm en las CGP de hasta 250 A inclusive y de 175 mm en las de intensidad superior.

### 5.2.9 Características del neutro

El neutro estará constituido por una conexión amovible de cobre, situada a la izquierda de las fases, mirando a las CGP como si estuvieran en posición de servicio. La conexión y desconexión se deberá realizar mediante llaves, sin manipular los cables.

El tornillo correspondiente será inoxidable, de cabeza hexagonal y con arandela incorporada. Su rosca y el par de apriete que debe soportar y la sección efectiva mínima que deberá tener el neutro, se indican en la tabla 3.

Tabla 3  
Características del neutro

Intensidad asignada, $I_n$ , A	Tornillo		Sección efectiva mínima del neutro mm <sup>2</sup>
	Rosca	Par de apriete N.m	
$I_n \leq 160$	M6	3,0	60
$160 < I_n \leq 400$	M8	6,0	100

## 6. Marcas

Las CGP llevarán en el exterior de la parte frontal:

- El nombre o marca del fabricante;
- La intensidad asignada, en amperios;
- La designación IBERDROLA
- El año de fabricación;
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.

El nombre o la marca del fabricante estarán grabadas. Las restantes indicaciones podrán figurar en una etiqueta con caracteres indelebles y fácilmente legibles, excepto la señal de advertencia de riesgo eléctrico que será independiente y de tamaño AE 05 según NI 29.00.00.

Asimismo, en el interior de la CGP deberá indicarse el número del lote de fabricación.

En cada caja general de protección se adjuntará, en su interior, documento en sobre de plástico conteniendo una relación de materiales de la envolvente y aparamenta interior donde se indique la marca y sus características.

## **7. Comportamiento medioambiental**

Las CGP, objeto de esta norma, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

## **8. Ensayos**

### **8.1 Ensayos de calificación**

Todos los ensayos deben realizarse sobre CGP completas y montadas como en utilización normal. Si en algún caso, esto no es posible, los ensayos se efectuarán sobre muestras representativas de las CGP.

Cuando no se indique otra cosa, los ensayos se realizarán a una temperatura de  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ .

Los ensayos de calificación deben efectuarse sobre las CGP especificadas en esta norma antes de su suministro, para demostrar que sus características son adecuadas para las aplicaciones previstas. Estos ensayos son de tal naturaleza, que después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño de las CGP, susceptibles de modificar sus características.

Los ensayos de calificación se efectuarán sobre las muestras indicadas en la tabla 4.

El fabricante deberá disponer en sus propias instalaciones de un laboratorio dotado de los aparatos que permitan realizar todos los ensayos indicados en esta norma, excepto la verificación de la resistencia a la intemperie, el ensayo de niebla salina y la rigidez dieléctrica con impulsos de tipo rayo.

Si uno cualquiera de los ensayos no es satisfactorio, se considerará que las CGP a las que sea aplicable este ensayo no son satisfactorias.

Tabla 4  
Ensayos de calificación

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
<b>Marcas-Símbolo de advertencia</b>	Las indicadas en la tabla 5	Examen visual NI 00.07.17	Capítulo 6 de esta norma y apartado 8.1.1 NI 00.07.17
Características constructivas		Examen visual	Apartado 5.2.1
- Accesibilidad		Apartado 7.4.3.2.2 de UNE EN 60 439-1	Apartado 7.4.3.2.2 UNE EN 60 439-1
- Aislamiento total		Examen visual	Apartado 5.2.1.3
- Ventilación		Examen visual y, en su caso, medidas	Apartado 5.2.3
- Sujeción de la tapa a la CGP y, en su caso, ángulo de apertura y puntos de fijación		Medidas	Apartado 5.2.3 y figura 1
- Dispositivo de cierre de las tapas		Examen visual o medidas	Apartado 5.2.5
- Entrada y salida de cables, y del cable de puesta a tierra		Examen visual	Apartado 5.2.6 y 5.2.7
- Tipo y tamaño de las bases de cortacircuitos		Examen visual	Apartado 5.2.8
- Distancia entre los extremos de las pletinas y la caja en CGP de más de 63 A		Examen visual	Apartado 5.2.9
- Características del neutro y del tornillo			
Carga axial soportada por los insertos metálicos		Apartado 8.1.2	Apartado 8.1.2
Grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos		Apartado 8.1.3.1	Apartado 5.2.1.2
Grado de protección contra la penetración de agua		Apartado 8.1.3.2	Apartado 5.2.1.2
Grado de protección contra los impactos mecánicos		Apartado 8.1.4	Apartado 5.2.1.2
Clase térmica de la envolvente		Apartado 8.1.5	Apartado 8.1.5
Resistencia al calor		Apartado 8.1.6	Apartado 8.1.6

(continúa)

(continuación)

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Calentamiento:	Las indicadas en la tabla 5		
- General de la CGP		Apartado 8.1.7	Apartado 8.1.7
- Del circuito de paso, cuando proceda			
Resistencia al calor anormal y al fuego		Apartado 8.1.8	Apartado 8.1.8
Rigidez dieléctrica		Apartado 8.1.9	Apartados 5.1.3 y 8.1.9
Resistencia a la intemperie		Apartado 8.1.10	Apartado 8.1.10
Resistencia a la corrosión		Apartado 8.1.11	Apartado 8.1.11

El fabricante presentará un plano, en tamaño A4, de cada una de las CGP cuya calificación desee obtener. En el mismo plano, deberá figurar, también, la denominación química, el color y la clase térmica de cada uno de los materiales plásticos que integren la CGP, así como la marca de las bases de los cortacircuitos y las dimensiones de las pletinas adicionales, en su caso.

En la tabla 5 se indican el número de muestras que se debe ensayar de cada una de las CGP, cuya calificación se pretenda obtener, así como los ensayos a que debe someterse cada una de estas muestras.

Tabla 5  
Secuencia de ensayos a realizar en cada CGP

Ensayo	Muestra			
	1	2	3	4
Marcas. Señal de advertencia	X			
Características constructivas	X			
Carga axial soportada por los insertos metálicos	X			
Grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos	X			
Grado de protección contra la penetración de agua	X			
Grado de protección contra los impactos mecánicos	X			
Clase térmica de la envolvente		X		
Resistencia al calor		X		
Calentamiento	X			
Resistencia al calor anormal y al fuego		X		
Rigidez dieléctrica	X			
Resistencia a la intemperie			X	
Resistencia a la corrosión				X

En el caso de que el fabricante presente varias CGP para su calificación, a partir de la segunda CGP, podrán dejar de realizarse los ensayos correspondientes a la muestra número 2, siempre que las envolventes correspondientes sean del mismo material.

Cuando se utilice una misma envolvente, para varias CGP del mismo esquema, solamente se ensayará la de mayor intensidad nominal, siempre que las bases de los cortacircuitos sean del mismo fabricante.

### 8.1.1 Verificación del marcado

La verificación se efectuará frotando a mano las marcas durante 15 s, con un trapo empapado de agua y, a continuación, también durante 15 s, con un trapo empapado de gasolina.

Nota: Se considera como gasolina un hexano disolvente con un contenido máximo de componentes aromáticos del 1% en volumen, un valor de kauributanol de 29, un punto de inicio de ebullición de 65° C, un punto de fin de ebullición de 69° C y una densidad de 0,68 g/cm<sup>3</sup> aproximadamente.

Asimismo, después de realizar todos los ensayos especificados en esta norma, las etiquetas, si las hubiese, no estarán arrugadas, ni deberán poderse quitar con facilidad, sino que deberán romperse en pedazos pequeños, cuando se intente despegarlas.

Las marcas realizadas por moldeo o grabado no deben someterse a este ensayo.

Después del ensayo, las marcas deben ser fácilmente legibles.

### **8.1.2 Verificación de la carga axial soportada por los insertos metálicos**

La verificación se realiza aplicando la carga axial indicada en la tabla 6 durante 10 s.

Tabla 6  
Cargas axiales de los insertos

Insertos con rosca	Carga axial daN
M 4	35
M 5	35
M 6	50
M 8	50
M 10	80
M 12	80

Durante el ensayo, la CGP estará totalmente apoyada sobre una plataforma que permita la aplicación de las cargas de la tabla 6.

Al finalizar el ensayo, los insertos deben continuar en su posición original. Cualquier señal de desplazamiento es inaceptable.

Tampoco es aceptable que se formen fisuras en el material que contiene el inserto, o que se desprendan pequeñas partículas del mismo.

Nota: No se tendrán en cuenta las pequeñas fisuras o las burbujas de aire, que fuesen visibles antes del ensayo y que no hayan sido afectadas por la aplicación de la carga axial.

Las puertas o las tapas de acceso deberán poderse abrir sin esfuerzos anormales.

### **8.1.3 Verificación del grado de protección, IP**

#### **8.1.3.1 Verificación de la protección contra la entrada de cuerpos sólidos**

Este ensayo se efectúa tal como se indica en los apartados 13.2 y 13.3 de la Norma UNE 20 324.

### **8.1.3.2 Verificación de la protección contra la entrada de agua**

Este ensayo se efectúa tal como se indica en los apartados 14.1 y 14.2.3 de la Norma UNE 20 324.

La penetración de agua se verifica mediante un papel absorbente seco, colocado en la base del espacio interior de la CGP.

En los lugares en los que la CGP tenga alguna abertura, se coloca, por la parte interior, un papel absorbente de tamaño igual o superior al de la abertura.

Inmediatamente después del ensayo, todos los papeles indicadores deben permanecer secos.

En la práctica, un papel secante o un papel de filtro indicarán claramente la presencia de humedad por su decoloración.

### **8.1.4 Verificación del grado de protección contra los impactos mecánicos**

Este ensayo debe realizarse sobre una sola CGP, sin cables instalados, con el martillo pendular especificado en la Norma UNE EN 50 102.

La CGP debe montarse sobre un soporte rígido.

Se deben aplicar tres impactos sobre cada una de las caras expuestas de la envolvente.

No se deben aplicar más de tres impactos en las proximidades de un mismo punto.

Los dispositivos de ajuste mencionados en el apartado 5.2.5, deben sufrir los impactos en la dirección más desfavorable.

No deberá producirse ningún daño que reduzca el grado de protección, IP, de la CGP, y ésta deberá continuar manteniendo su rigidez dieléctrica. Las tapas se retirarán y se podrán volver a colocar de nuevo; las puertas se abrirán y se podrán volver a cerrar.

Asimismo, tampoco deberá producirse ni una sola grieta o fisura, por la que pueda infiltrarse el agua.

### **8.1.5 Verificación de la clase térmica de la envolvente**

La CGP montada como para uso normal, pero sin los componentes externos que sean de clase Y, tales como los conos, y una parte de la envolvente, se someten a ensayo en una estufa con ventilación natural.

La CGP y la parte de la envolvente se deben mantener en el interior de la estufa a una temperatura de 105° C durante 168 horas.

Una vez transcurrido ese tiempo, la parte de la envolvente se saca de la estufa y se comprueba que el material no se ha vuelto pegajoso ni grasiento.

Esta condición se verifica envolviendo el dedo índice de la mano con un trapo seco y aplicando éste sobre la parte de la envolvente con una fuerza de 5 N.

Nota: La parte de la envolvente se coloca en un platillo de una balanza, colocándose en el otro platillo una masa igual a la masa de la parte de la envolvente más 500 g. Al restablecer el equilibrio en la balanza mediante la presión efectuada con el dedo índice envuelto por el trapo seco, se efectúa una fuerza de 5 N.

No deben quedar adheridos rastros del trapo en la parte de la envolvente, ni el material de la envolvente debe quedarse pegado en el trapo.

La CGP se deja, durante 96 h como mínimo, en un recinto que esté a la temperatura ambiente y tenga una humedad relativa comprendida entre el 45% y el 55%.

La envolvente no debe haber sufrido ninguna modificación de sus dimensiones iniciales, ni debe observarse en ella ninguna grieta a simple vista, o con vista corregida, pero sin amplificación.

Los componentes de la envolvente de la CGP que sean de clase Y, se verificarán con el mismo criterio que los de clase A, con la única diferencia que la temperatura de la estufa será de 90° C.

#### **8.1.6 Resistencia al calor**

Las envolventes de las CGP se someten al ensayo de la bola caliente, según UNE EN 60 439-3.

El ensayo se efectúa sobre probetas obtenidas de la envolvente que tengan un espesor igual o superior a 2 mm.

La superficie de las probetas se coloca horizontalmente y sobre ellas se apoya una bola de acero de 5 mm de diámetro con una fuerza de 20 N.

El ensayo se realiza en una estufa a la temperatura de 105° C.

Al cabo de 1 hora, se retira la bola de la muestra y ésta se enfría, en un tiempo no superior a 10 s, hasta la temperatura ambiente por inmersión en agua fría.

El diámetro de la huella ocasionada por la bola no debe ser superior a 2 mm.

#### **8.1.7 Calentamiento**

Para la realización del ensayo de calentamiento, se sustituirán los fusibles por elementos calibrados que disipen la potencia máxima especificada en la UNE 21 103-2/1. El neutro estará equipado con la conexión de la sección especificada en la tabla 3.

Las conexiones se efectuarán mediante cables con conductores de cobre, de 1 m de longitud como mínimo en el caso de las CGP de 100 A y de 2 m como mínimo en las restantes. A estas conexiones se aplicarán los pares de apriete especificados en las Tablas F y Q de las UNE 21 103-2/1 respectivamente.

Los cables se introducirán a través de las aberturas existentes en las CGP para este fin, equipadas con tubos de 50 cm de longitud taponados en su extremo.

Las CGP se mantendrán cerradas durante todo el ensayo.

La corriente que debe circular por cada una de las fases, debe ser la correspondiente al fusible de mayor intensidad nominal previsto para instalarse y tendrá una tolerancia de  $\pm 2\%$ .

En las CGP-10 y CGP-11, el ensayo se efectuará haciendo pasar la intensidad asignada por cada uno de los fusibles y la diferencia entre la intensidad de paso y la asignada de los fusibles por el circuito de paso.



Si se tiene dudas acerca de cual de los dos es el circuito más desfavorable, se repetirá el ensayo intercambiando las intensidades aplicadas en el ensayo precedente.

En las CGP-10 y CGP-11, desprovistas de fusibles, se efectuará un ensayo suplementario haciendo pasar 400 A por cada una de las fases.

Los ensayos se considerarán concluidos cuando se consiga el equilibrio térmico, es decir, cuando las temperaturas medidas no varíen más de 1° C en una hora.

La temperatura del conductor de salida en el punto comprendido entre el final del aislamiento y el principio del terminal de pala o del borne no debe ser superior a 70°C.

El calentamiento de cualquier punto de la superficie exterior de la envolvente no será superior a 40 K.

### **8.1.8 Resistencia de los materiales aislantes al calor anormal y al fuego**

El ensayo del hilo incandescente, de acuerdo con la Norma UNE EN 60 695-2/1, se efectuará sobre todos los materiales aislantes constitutivos de la CGP, con la excepción de las bases de cortacircuitos.

El aparato del hilo incandescente se colocará en una zona sin corrientes de aire y lo suficientemente oscura del laboratorio, como para que puedan apreciarse las llamas que puedan producirse durante el ensayo.

Después de cada ensayo, deberá limpiarse la punta del hilo incandescente de cualquier residuo de material aislante que pueda haberse quedado adherido, por ejemplo, mediante un cepillo.

Los ensayos se atenderán a las especificaciones siguientes:

- a) Las muestras deben tener el menor espesor que sea posible conseguir de cada uno de los materiales constitutivos de la CGP y deben haber soportado previamente, con resultado satisfactorio, el ensayo especificado en el apartado 8.1.5.
- b) Se ensayará una sola muestra por cada material aislante, aunque, en caso de duda, se repetirá el ensayo con dos nuevas muestras,
- c) La superficie de la muestra en contacto con el hilo incandescente debe estar vertical.
- d) La capa subyacente a utilizar para evaluar el efecto de las partículas inflamadas, consistirá en una plancha de madera de pino blanco, de aproximadamente 10 mm de espesor, recubierta por una simple capa de papel de seda, a una distancia de  $200 \pm 5$  mm por debajo del lugar donde el hilo incandescente toca la muestra,
- e) El hilo incandescente se aplicará durante  $30 \pm 1$  s a una temperatura de  $960 \pm 10^\circ \text{C}$ ,
- f) Durante la aplicación del hilo incandescente y durante los 30 s siguientes, se observará la muestra, las partes adyacentes y la capa de papel situada debajo de ella,
- g) Se registrará el tiempo que tarda en inflamarse la muestra y el tiempo en el que se extinguen las llamas, durante o después de la aplicación del hilo incandescente.

Se considera que la muestra ha satisfecho el ensayo si se cumple una de las dos condiciones siguientes:

No se produce ninguna llama, ni se mantiene la incandescencia.

Las llamas o la incandescencia de la muestra se extinguen antes de que transcurran 30s desde la retirada del hilo incandescente. Además, la capa de papel de seda no debe haberse inflamado, ni la madera de pino chamuscado.

### **8.1.9 Verificación de la rigidez dieléctrica**

#### **8.1.9.1 Preacondicionamiento**

Las CGP se colocan en un recinto con aire que tenga una humedad relativa comprendida entre el 91% y el 95%. La temperatura del aire, donde se coloquen las CGP, debe ser de  $40 \pm 2^\circ \text{C}$ .

Las CGP se mantienen en el recinto durante 48 h.

En la mayoría de los casos, las CGP pueden conseguir la temperatura de  $40 \pm 2^\circ \text{C}$ , manteniéndolas a esta temperatura durante 4 h, como mínimo, antes de introducirlas en el recinto húmedo. La humedad relativa, comprendida entre el 91% y el 95%, puede obtenerse colocando en el recinto una disolución saturada de sulfato sódico ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) o de nitrato potásico ( $\text{KNO}_3$ ) en agua que tenga una gran superficie de contacto con el aire.

Para conseguir las condiciones especificadas dentro del recinto, es necesario tener una constante circulación de aire dentro del mismo y, por lo general, utilizar un recinto térmicamente aislado.

#### **8.1.9.2 Ensayo dieléctrico a frecuencia industrial**

La fuente de potencia en corriente alterna debe tener una potencia suficiente para mantener la tensión de ensayo, cualquiera que sean las eventuales corrientes de fuga. La tensión de ensayo debe tener una onda prácticamente senoidal y una frecuencia comprendida entre 49 Hz y 51 Hz.

Al principio del ensayo se aplica una tensión de, aproximadamente, 1 kV, que se aumenta en unos segundos hasta alcanzar el valor establecido y se mantiene en ese valor durante 1 min.

Con los cartuchos fusibles y la conexión del neutro colocados, la tensión se aplica entre:

Cada polo y todos los demás unidos entre si hasta alcanzar 2.500 V,

Todos los polos, unidos entre si, y la masa de la CGP hasta alcanzar 5.250 V.

En el transcurso del ensayo no deben producirse ni contorneos ni perforaciones, ni cualquier otro daño que impida su utilización posterior.

Nota: Se entiende por masa una hoja metálica que recubra el exterior de la envolvente, bien ajustada a las juntas y a los espacios destinados a la ventilación.

#### **8.1.9.3 Ensayo dieléctrico con impulsos de tipo rayo**

El generador producirá impulsos de  $1,2/50 \mu\text{s}$ .

En los impulsos se admitirán las tolerancias siguientes:

Valor de cresta:  $\pm 3\%$

Duración del frente:  $\pm 30\%$

Duración hasta el valor mitad:  $\pm 20\%$

Se efectuarán cinco descargas positivas y cinco descargas negativas, con un valor de cresta de 8 kV, estando conectado uno de los polos del generador a la masa constituida por una hoja metálica aplicada sobre la superficie exterior de la envolvente.

El otro polo del generador estará conectado a la totalidad de las partes metálicas situadas en el interior de la envolvente.

Si no se produce ningún contorneo ni ninguna perforación, se considerará que el ensayo es satisfactorio.

Si se produce más de un contorneo o de una perforación, se considerará que el ensayo no es satisfactorio.

Si se produce un sólo contorneo o una sola perforación, se aplicarán 10 nuevas descargas del mismo valor y polaridad, no debiendo volverse a producir ningún contorneo o perforación.

### **8.1.10 Resistencia a la intemperie**

La verificación de la resistencia a la intemperie se realiza según se indica en la Norma UNE EN ISO 4892-2, empleando el método A.

El ensayo consta de 1000 ciclos, de 30 min de duración cada uno, en los que las probetas se someten a una radiación luminosa producida por una lámpara de arco con xenón.

Durante los cinco primeros minutos de cada ciclo, se deja caer agua en forma de lluvia sobre las probetas. En los 25 minutos siguientes, la humedad relativa en la cámara de envejecimiento no debe descender por debajo de  $65 \pm 5\%$ .

La temperatura del patrón negro durante todo el ciclo debe ser de  $100 \pm 3^\circ \text{C}$ .

Una vez terminado el último ciclo, deben sacarse las probetas de la cámara de envejecimiento.

Estas probetas no deben presentar grietas o deterioros, visibles sin la ayuda de instrumentos de ampliación.

El resultado del ensayo se considera satisfactorio cuando se cumplen las tres condiciones siguientes:

El valor medio de la carga de rotura a flexión de diez probetas envejecidas es igual o superior al 70% del valor medio de la carga de rotura a flexión de otras diez probetas sin envejecer. Las dimensiones de las probetas y su método de ensayo se indican en la Norma UNE EN ISO 178,

El valor medio de la resistencia al impacto Charpy de diez probetas envejecidas, sin entallas, es igual o superior al 70% del valor medio de la resistencia al impacto Charpy de otras diez probetas sin envejecer. Las dimensiones de las probetas y su método de ensayo se indican en la Norma UNE EN ISO 179-1.

Las probetas envejecidas deben cumplir el ensayo con el hilo incandescente especificado en el apartado 8.1.8.

Nota: Cuando el material plástico presente propiedades diferentes a la flexión o al choque en dos direcciones principales, la mitad de las probetas se cortarán con su eje paralelo a una de las dos direcciones y, la otra mitad, con su eje paralelo a la otra

dirección. En el protocolo de ensayos debe indicarse el resultado obtenido en cada una de las direcciones.

#### **8.1.11 Resistencia a la corrosión**

Una CGP totalmente equipada, provista incluso de todos los cables de entrada y salida, debidamente conectados, se somete al ensayo de niebla salina, especificado en la Norma UNE EN 60 068-2/11.

Deben limpiarse, tanto la superficie interna y externa de la envolvente, como los componentes instalados en su interior, de forma que no queden restos de productos utilizados en la fabricación y el montaje, que podrían alterarse durante el ensayo y modificar el resultado del mismo.

La CGP se colocará en el interior de la cámara de niebla salina en posición de servicio.

La temperatura de la cámara de niebla salina debe mantenerse a  $35 \pm 2^\circ \text{C}$ .

La duración del ensayo debe ser de 336 h.

Una vez transcurrido ese tiempo, se retirará la CGP de la cámara, se dejará secar y se procederá a limpiar los depósitos de sal que pudieran aparecer mediante un ligero cepillado y, en los casos en que sea necesario, mediante agua destilada, que se eliminará con un chorro de aire caliente.

No deberán apreciarse signos de corrosión en las partes metálicas ni fisuras o deterioros en las no metálicas, que modifiquen sus características funcionales o puedan perjudicar al resto del material.

No se tendrán en cuenta ligeras trazas de corrosión en las roscas o en los bordes, que desaparezcan al frotarlas suavemente con un trapo seco.

Las puertas, las bisagras, las cerraduras y los medios de acceso, deben poderse maniobrar sin esfuerzos anormales.

### **8.2 Ensayos de Recepción**

Se clasifican en ensayos individuales y en ensayos de muestreo.

#### **8.2.1 Ensayos individuales**

Los ensayos individuales son los que efectúa el fabricante sobre la totalidad de las CGP producidas en su fábrica, para verificar que su montaje es correcto y que sus componentes son idénticos en todos los aspectos a los utilizados para obtener la calificación.

##### **8.2.1.1 Verificación del montaje**

Se verificará que los componentes de la CGP están correctamente montados, que están los que deben estar y que la CGP se puede precintar.

##### **8.2.2 Ensayos sobre muestras**

Los ensayos sobre muestras son los que realiza el fabricante en su laboratorio, previo acuerdo con Iberdrola, para comprobar el cumplimiento de ciertas características. Se realizará sobre el 1 % del número total de CGP de cada serie fabricada, con un mínimo de 2 unidades.

## **9 Calificación y recepción**

### **9.1 Calificación**

Con carácter general, la inclusión de proveedores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la Norma NI 00.08.00 "Calificación de suministradores y productos tipificados".

La calificación incluirá la realización de los ensayos indicados en el capítulo 8.1.

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados previamente por el fabricante o en los procesos de obtención de marca de calidad.

Después del proceso de calificación, se elaborará para cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

### **9.2 Recepción**

Los criterios de recepción podrán variar, a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad implantado en fábrica y de la relación Iberdrola- Suministrador en lo que respecta a este producto considerado (experiencia de uso, calidad concertada, etc.).

En principio se seguirá lo indicado en el apartado 8.2.

Fecha edición del anexo: Diciembre de 2010

## Título: CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

### PROVEEDORES, VENDEDORES Y TIPOS ACEPTADOS POR IBERDROLA

IBERDROLA		REFERENCIAS		
CÓDIGO	DESIGNACIÓN	F	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		P	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
7650004	CGP-1-100/BUC	CGP	CGPC-100/1-IB	0442430
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17000	0901972
7650005	CGP-7-100/BUC	CGP	CGPC-100/7-IB	0445049
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17002	0901972
7650006	CGP-7-160/BUC	CGP	CGPC-160/7-IB	0445050
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17002	0901972
7650010	CGP-7-250/BUC	CGP	CGPC-250/7-IB	0446390
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17101	0901986
7650011	CGP-7-400/BUC	CGP	CGPC-400/7-IB	0446153
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17201	0901987
7650013	CGP-9-250/BUC	CGP		0446392
		Base		CAHORS, S.A.
		Ref. base		0901980
7650014	CGP-9-400/BUC	CGP		
		Base		
		Ref. base		
7650018	CGP-10-250/BUC	CGP	CGPC-250/10-IB	0446440
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17102	0902042
7650019	CGP-11-250/250/BUC	CGP	CGPC-250/11-IB	0446441
		Base	CLAVED, S.A.	CAHORS, S.A.
		Ref. base	AC-17100	0902070



# INSTALACIONES DE ENLACE



# CAJAS GENERALES DE PROTECCION

## DESCRIPCION

Cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

### Características Generales

- Envoltente constituida por puerta y cuba fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color RAL 7035, resistente al calor anormal y al fuego según UNE 20 672/2-1.
- Grado de protección IP41 para CGP con salidas en parte superior e IP43 para las CGP con entrada y salida inferior, según UNE 20 324.
- Clase térmica A según UNE 21 305.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 según UNE 60068-2-62.
- Tapa con sistema de autoventilación para evitar condensaciones sin reducir el grado de protección indicado.
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintable.
- Angulo de apertura de la puerta superior a 90° ( en caso de CGP con puerta mediante bisagras).
- Bases cortocircuitos fusibles sin dispositivo de arco, según normas NI 76.01.01 ó NI 76.02.01 en función del tamaño y con dispositivo extintor de arco según NI 76.01.02.
- Bases tipo cuchilla con pantallas aislantes de protección, desmontables.
- Neutro constituido por conexión amovible de cobre mediante tornillo inoxidable, de cabeza hexagonal y arandela incorporada.

### Designación y Denominación CGP (1) - (2) / (3) / BUC

**CGP:** Caja General de Protección.

**Grupo (1):** Indica el esquema de la CGP (ver esquemas a continuación).

**Grupo (2):** Intensidad máxima (en amperios) del fusible que se debe colocar.

**Grupo (3):** Intensidad máxima (en amperios) del fusible que se debe colocar en el segundo circuito.

**BUC:** Indica cuando la CGP incorpora bases unipolares cerradas con dispositivo extintor de arco.

Ejemplo de designación: CGP-10-250 / BUC

Corresponde a una caja general de protección, equipada con un juego de bases unipolares cerradas, con fusibles de máxima intensidad de 250 A (tamaño 1), esquema 10.

## TIPOS DE CGP NORMALIZADAS, CARACTERÍSTICAS BASICAS Y CODIGOS

Designación de la CGP	Cortacircuitos Fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Numero	Tamaño	I Máx. (A)		
CGP-1-100 / BUC	1	00 (BUC)	100	Ext.	7650004
CGP-7-100 / BUC	3	00 (BUC)	100	Ext.	7650005
CGP-7-160 / BUC	3	00 (BUC)	160	Ext.	7650006
CGP-7-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Ext./Int.	7650010
CGP-7-400 / BUC	3	2 (BUC)	400	Ext./Int.	7650011
CGP-9-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Int.	
CGP-9-400 / BUC	3	2 (BUC)	400	Int.	
CGP-10-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Int.	7650018
CGP-11-250 / 250 BUC	3 / 3	1 (BUC)	250	Int.	7650019





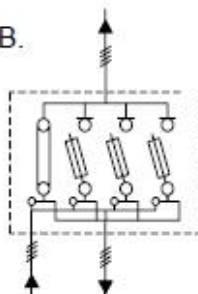
# CAJAS GENERALES DE PROTECCION



## MONTAJE INTERIOR SEGUN NI 42.73.01

### Características:

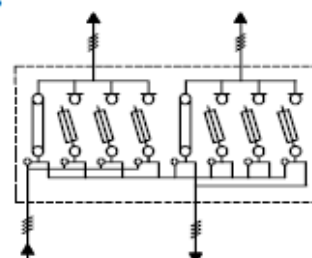
- Envoltente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC:



DESIGNACION IBERDROLA	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CGP-10-250/BUC	540x630x171	0446440

### Características:

- Envoltente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Seis bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Dos neutros amovibles con pletina de conexión para terminales.
- La unión entre bases de la misma polaridad se realiza mediante conexiones de cobre aisladas.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetalicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 11/BUC:



DESIGNACION IBERDROLA	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CGP-11-250/BUC	630x540x171	0446441

# FICHA TECNICA

## CAJA DE PROTECCION CGP-10-250/BUC

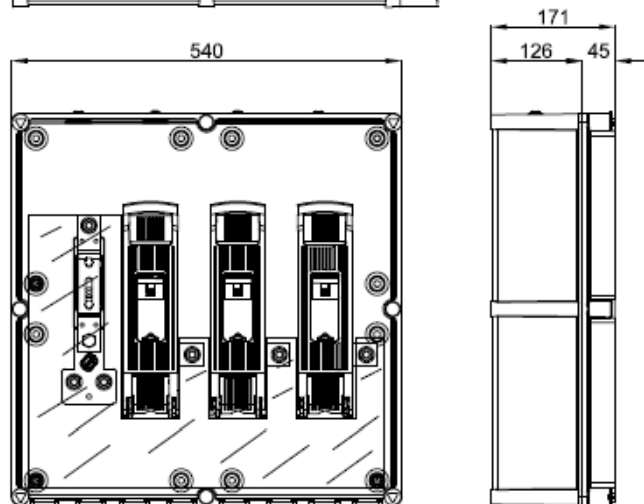
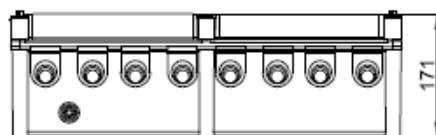
FT N°: 5809

Revisión: 01

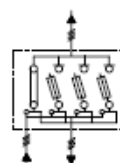
Fecha: 06.10.10

REFERENCIA CAHORS: 0446440

REFERENCIA IBERDROLA: 76500018



### ESQUEMA ELECTRICO:



### CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 500V
- Intensidad asignada: 250A
- Grados de protección: IP31D, IK08
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-1 250A
- Neutro seccionable con borne puesta a tierra de 50mm²
- Esquema 10
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M10
- Bornes de salida mediante tornillo Inox M10

### NORMAS:

- UNE-EN 60439
- UNE-EN 20324
- UNE-EN 50102
- REBT ITC BT 13
- DIRECTIVA CE
- UNE-EN 60947
- NI 76.50.01
- NI 76.01.02

### UTILIZACION:


- Protección de la línea general de alimentación en una instalación de enlace
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje superficial, empotrada o en nicho de acuerdo al REBT

Caja general de protección CGP-10-250/BUC FT N°5809 Rev:01

# DECLARACIÓN **CE** DE CONFORMIDAD



La Empresa:

<b>Nombre:</b> <b>CAHORS ESPAÑOLA S.A.</b>		
<b>Dirección:</b> Ctra. Vilamalla a Figueres, km 1 (Vilamalla)		
<b>Teléfono:</b> (+34) 972 526 000	<b>Fax:</b> (+34) 972 525 000	

Declara bajo su única responsabilidad que el producto:

Cajas generales de protección (CGP), referencias 0442430, 0446440, 0446441, 0445049, 0445050, 0446390, 0446153, 0446392, 0446155

Se halla en conformidad con las directivas europeas siguientes:

Referencia:	Título
73/23/CEE	Directiva Material Eléctrico (Baja Tensión)
93/68/CEE	Modificación de la Directiva 73/23/ CEE
89/336 CEE	Directiva de la compatibilidad electromagnética
92/31 CEE	Modificación de la Directiva 89/336/ CEE
93/98 CEE	Modificación de la Directiva 89/336/ CEE

Referencia de las normas técnicas aplicadas:

Referencia:	Título
UNE 20324	Grado de protección ( <b>IP 34D</b> las de exterior e <b>IP 31D</b> las de interior ).
UNE EN 50102	Grado de protección contra impactos mecánicos ( <b>IK 08</b> )
IEC 60439-1	Conjuntos de aparamenta de baja tensión : <b>Parte 1</b>
UNE 60085	Clase Térmica <b>A</b>
REBT	Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002
NI 76.50.01	Cajas generales de protección (CGP)

Sistema de Calidad:

Cahors Española, S.A. tiene implantado un sistema para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo y la producción según norma UNE-EN-ISO 9001. Dicho sistema ha sido certificado por AENOR con el nº ER-016/1/93.

Nombre y Apellidos : Ricardo Martín.  
Cargo: Director Técnico.  
Lugar y Fecha: Vilamalla, 01 de Enero del 2010.



## **ANEXO 3**

**CAJAS GENERALES DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM).  
ARMARIOS DE DISTRIBUCION.**

## **ANEXO 3**

### **CAJAS GENERALES DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM). ARMARIOS DE DISTRIBUCION.**

Siguiendo la norma particular de Iberdrola NI 42.72.00 en la que se especifican las características de las CPM y los distintos ensayos a realizar en ellas, mostramos ahora toda esa información.

#### **1. Objeto y campo de aplicación**

Esta norma establece las características que deben reunir y los ensayos que deben satisfacer las cajas destinadas a alojar los aparatos necesarios para efectuar la medida de los suministros individuales en baja tensión montados en intemperie a utilizar en el ámbito de Iberdrola.

#### **2. Normas de consulta** (mirar en NI 42.72.00)

#### **3. Definiciones**

**Caja general de Protección y Medida (CPM)** es aquella que en un solo elemento incluye la caja general de protección y el conjunto de medida.

**Caja de Medida indirecta mediante Transformadores de intensidad (CMT)** es aquella que como unidad contiene todos los elementos necesarios para la medida, el contador de energía y los transformadores de intensidad. Asimismo, dispone un bloque de bornes de comprobación.

Las instalaciones empotrables quedan definidas en el apartado 2 de la norma UNE EN 60 439-5. Estas definiciones deben respetarse en la aplicación de los ensayos.

#### **4. Designación y denominación**

##### **4.1 Cajas de protección y medida (CPM)**

Se designarán de la siguiente manera:

CPM (1) - (2) (3) (4)

- Grupo (1):

- 1: apta únicamente para un contador monofásico
- 2: apta para un contador monofásico ó trifásico
- 3: apta para dos contadores monofásicos.

- Grupo (2):

- D: equipada para un contador doble tarifa
- E: equipada para contador multifunción.

- Grupo (3):
  - 2: equipada con contador monofásico
  - 4: equipada con contador trifásico.

En la CPM3, apta para dos contadores, se indicará el equipamiento existente para cada uno de los contadores separados por una barra.

- Grupo (4):
  - M: Instalación empotrada
  - I: Instalación intemperie
  - BP: equipada con bloque de pruebas para medida directa.

Ejemplo de designación:

CPM3-D2/2 M

Corresponde a una caja de protección y medida para instalación empotrada, equipada para dos contadores monofásicos, doble tarifa y reloj.

#### **4.2 Cajas de medida con transformadores de intensidad (CMT)**

Se designarán de la siguiente manera:

CMT-(1) (2) - (3)

- Grupo (1):
  - número que indica la intensidad límite en amperios de los transformadores.
- Grupo (2):
  - E: equipada para contador multifunción.
- Grupo (3):
  - M: Instalación empotrada
  - MF: Instalación empotrada con fusibles de protección
  - I: Instalación intemperie
  - IF: Instalación intemperie con fusibles de protección.

Ejemplos de designación:

CMT-300E-M o CMT-300E-I

Corresponden respectivamente a caja de medida con transformadores de intensidad hasta 300 A con contador multifunción, instalación empotrada o intemperie.

## 5. Cajas normalizadas. Utilización designación y código

Las cajas normalizadas son las indicadas en la tabla 1.

Tabla 1  
Cajas normalizadas CPM y CMT

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBF	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

## 6. Características

En lo que aplica, cumplirá con lo indicado en las normas UNE EN 60 439 partes 1 y 3, y complementariamente lo que a continuación se indica.

### 6.1 Características eléctricas

- Tensión asignada: 400 V
- Intensidad asignada: Véase tabla 1.
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V.
- Tensión asignada soportada al impulso: 8 kV.

### 6.2 Características constructivas

#### 6.2.1 Generales

Toda caja será accesible, para su manipulación y entretenimiento, por su cara frontal.

La caja, dispuesta en posición de servicio, cumplirá con las condiciones de protección por aislamiento total, especificado en el apartado 7.4.3.2.2 de la norma UNE EN 60 439-1.



El grado de protección proporcionado por las envolventes contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos extraños y la penetración de agua (código IP) según UNE 20 324, será como mínimo IP43 para las cajas de tipo empotrable e IP 55, para las de intemperie.

El grado de protección proporcionado por las envolventes contra impactos mecánicos externos, según UNE EN 50 102, será como mínimo, IK09 para las cajas empotrables e IK10, para las cajas intemperie.

No deberá producirse condensaciones perjudiciales, conforme a lo indicado en el apartado 7.2.2 de la norma UNE EN 60 439-1.

Las cajas no deberán sobrepasar los límites de calentamiento indicados en la tabla 3 de la norma UNE EN 60 439-1.

### **6.2.2 Materiales**

Los materiales aislantes constitutivos de las envolventes no deben resultar afectados por el calor anormal o fuego, y cumplirán con el ensayo del hilo incandescente según las normas UNE EN 60 695-2(serie) a las temperaturas de ensayo descritas a continuación:

- Partes aislantes soportando partes conductoras ( $960 \pm 15$ ) °C
- Envolventes y tapas que no soportan en posición partes conductoras ( $850 \pm 15$ ) °C

## **6.3 Elementos constituyentes**

### **6.3.1 Entrada de la línea general de alimentación.**

La caja dispondrá de aberturas adecuadas, para permitir la penetración de los cables, cerradas mediante tapones de ajuste o prensaestopas de forma tal que en todo momento mantenga el grado de protección exigido. Las aberturas estarán encaradas con las entradas y salidas de forma tal que la conexión de los cables pueda realizarse sin tener que someterlos a curvaturas excesivas. La distancia mínima entre las conexiones de entrada/salida y la superficie inferior de la envolvente será de 60 mm.

En los tipos CMT-300 y CMT-750 el paso de cables del módulo inferior al superior se realizará a través de aberturas que permitan únicamente el paso de éstos manteniendo un IP2x.

### **6.3.2 Cableado interior.**

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V. Se utilizarán conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21 022, unipolares, con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducidos, de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-16.

Los conductores que hayan de conectarse a los contadores, deberán estar pelados en una longitud de 20 mm. En todos ellos, las conexiones se efectuarán directamente y sin terminales.



Para circuitos monofásicos la fase llevará el color marrón o negro; para los circuitos trifásicos, cada una de las fases llevará respectivamente los colores: negro, marrón y gris; para el conductor neutro se utilizará el color azul claro, para el conductor de tierra se utilizará el color amarillo-verde y para los conductores de control se utilizará el color rojo.

Se utilizarán las siguientes secciones de cable:

- 1 x 10 mm<sup>2</sup>, clase 2, rígido, para las derivaciones individuales y para las CPM. La sección del cable podrá ser superior en aquellos casos que, por longitud o caída de tensión de la derivación individual, lo requiera.
- 1 x 4 mm<sup>2</sup>, clase 2, rígido, para la conexión desde los trafos a bornes interruptibles y de éstos a los contadores en las tipo CMT.
- 1 x 2,5 mm<sup>2</sup>, clase 2, rígido, para el resto de cableado de todos los demás conjuntos (ejemplo: interruptor horario, etc).

### **6.3.3 Puertas.**

Las puertas de las cajas de empotrar, ejecución M, para contadores multifunción y todas las de las cajas intemperie, ejecución I, no llevarán mirilla. El resto de modelos irán provistos de mirillas para el contador y reloj. (Véase figuras 5 a 12)

La puerta estará unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 100° y su dispositivo de cierre tendrá tres puntos de fijación simultáneos, uno en el centro, otro en la parte superior y otro en la parte inferior. Las bisagras serán inaccesibles desde el exterior en posición de servicio y permitirán el desmontaje desde su parte interior sin necesidad de herramientas. Si esto no es posible, el ángulo de apertura de la puerta será de 180° aproximadamente. Cuando la puerta tenga una altura inferior a 400 mm se permitirá un solo punto de cierre.

El cierre de la puerta se efectuara mediante dispositivos de cabeza triangular de 11 mm de lado que se deberá maniobrar con una llave y llevarán un complemento que permita la colocación de un candado según Norma NI 16.20.01.

### **6.3.4 Placa de protección**

En su interior dispondrá de una placa precintable, aislante y transparente de policarbonato de 2 mm de espesor mínimo. Estará perforada de tal forma que sobresalgan los tapones portafusibles de tipo "DO" para la sustitución de los fusibles no será necesario desmontar dicha placa y mantendrá un grado de protección IP3X para las partes activas (véase figura 1).

La placa estará doblada aproximadamente a 90° de tal forma que únicamente proteja la zona de fusibles y bornas de entrada / salida, manteniendo un grado de protección con los laterales de la envolvente y el panel de montaje IP2X.

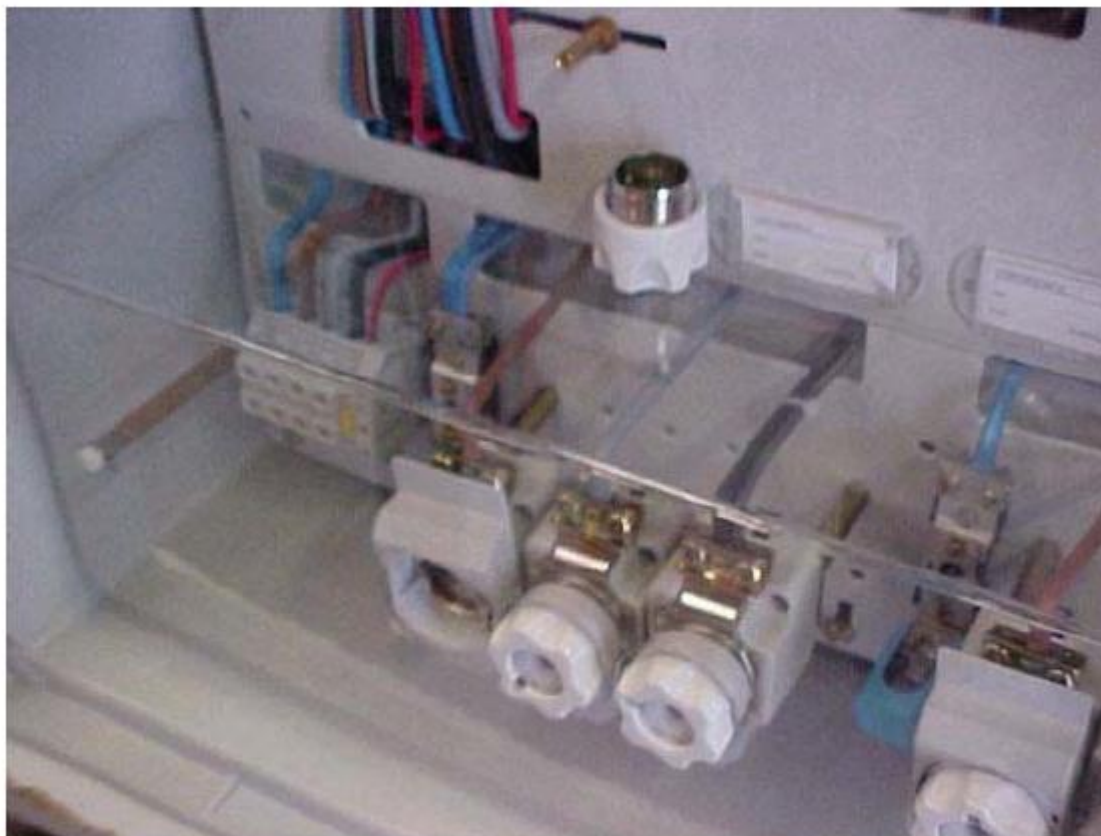


Figura 1. Placa de protección

### 6.3.5 Panel de montaje de contadores.

Serán de material aislante que supere el ensayo del hilo incandescente, según UNE EN 60 695-2-1 (serie) a 850°C.

El espacio reservado para cada contador tendrá las medidas indicadas en la tabla 2 y figura 2.

Tabla 2  
Panel de montaje de contadores (Dimensiones en mm)

Contador	A Min	B Min	C Min	D	E Min	F		G Min
						Min.	Max.	
Monofásico	145	250	60	40+3	40	60	90	30
Trifásico	200	370	155	60+3	45	80		60

El espesor mínimo del panel será de 3 mm.

Para la sujeción del interruptor horario se considerarán las medidas especificadas para el contador monofásico.

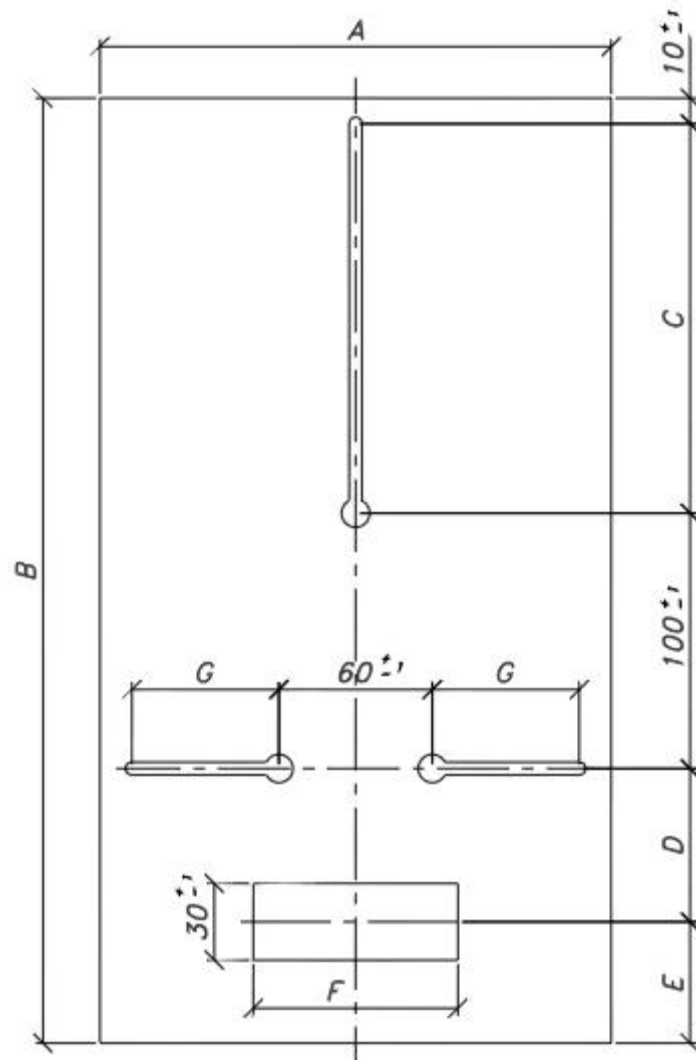


Figura 2: Panel de montaje de contadores. Dimensiones en mm

Los contadores y el interruptor horario se sujetarán al panel con tornillos de latón, métrica 4, (figuras 3 y 4) imperdibles y desplazables por el ranurado del panel. Se suministrarán montados en sus correspondientes ranuras, un conjunto por cada equipo a instalar, cada conjunto de tornillos estará compuesto por uno superior y dos inferiores.

## **7. Marcas**

Los conjuntos individuales deberán llevar como mínimo y de forma clara e indeleble lo siguiente:

- nombre o marca del fabricante (grabado y en etiqueta interna)
- designación del modelo (etiqueta interna)
- tensión asignada (etiqueta interna)
- taller de montaje autorizado por el fabricante, (etiqueta interna)
- fecha de montaje, indicando mes y año (etiqueta interna)

Todas las cajas llevarán en la parte exterior de la puerta y en la placa de protección interior, una placa de señalización de riesgo eléctrico del tamaño AE05 especificado en la norma NI 29.00.00.

Todas las mirillas llevarán grabadas las siglas UV, como indicación de protección contra los rayos ultravioleta.

## **8. Utilización y descripción de los tipos**

Se utilizarán en instalaciones de intemperie para la medida de suministros individuales en BT. Se podrá utilizar también en interior cuando se quiera dar un grado mayor de protección a la medida.

### **8.1 Descripción de los tipos de cajas normalizadas**

A continuación se describen las características de los diferentes tipos de cajas normalizadas (véanse figuras 5 a 12).

#### **8.1.1 Tipos CPM1-D2-M y CPM1-D2-I (Véase figura 5)**

Son cajas con capacidad para:

- Un (1) contador monofásico de activa, simple o doble tarifa NI 42.00.01
- 1 interruptor horario NI 42.85.01

Cada caja incorpora:

- El cableado
- Un (1) borne fijo (mínimo BFT 35) para neutro equipado con borne bimetálico de doble piso de entrada para cable de 16 a 50 mm<sup>2</sup> de sección
- Una (1) base cortacircuitos del tipo NEOZED base, tapa y tapón tamaño DO3 de 100 A, según norma NI 76.03.01, con borne bimetálico de entrada de 16 a 50 mm<sup>2</sup> de capacidad
- Un (1) bloque de bornes seccionables BS-4 según NI 76.84.03
- Dos (2) bloques de bornes fijos del tipo BFT-25, según NI 76.84.02

Estos bloques de bornes dispondrán de tapa final y topes de sujeción

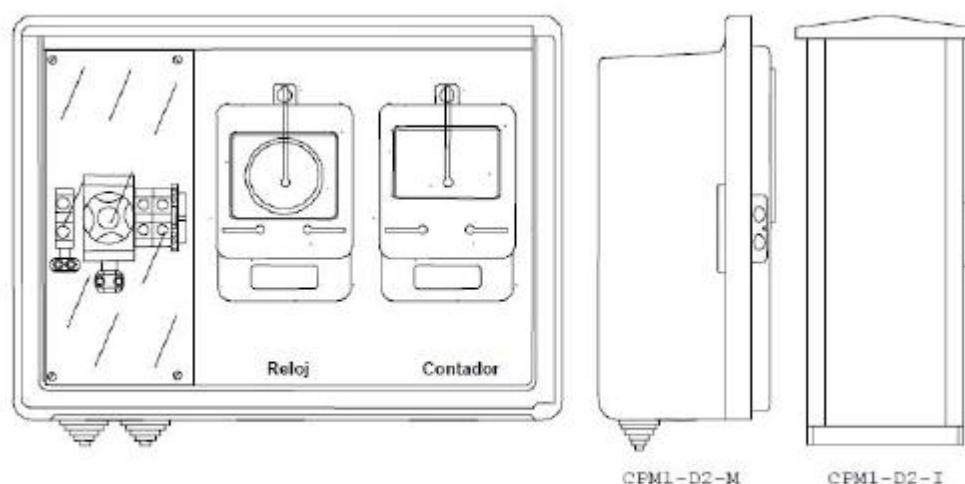


Figura 5: Cajas CPM1-D2-M y CPM1-D2-I

### 8.1.2 Tipos CPM3-D2/2-M y CPM3-D2/2-I (Véase figura 6)

Es una caja con capacidad para:

- Dos (2) contadores monofásicos de energía activa simple o doble tarifa
- Un (1) interruptor horario NI 42.85.01

La caja incorpora en cada uno de los equipos de medida:

- El cableado.
- Un (1) borne fijo (mínimo BFT-35) para neutro equipado con borne bimetálico de doble piso de entrada para cable de 16 a 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Una (1) base cortacircuitos del tipo NEOZED base, tapa y tapón tamaño DO3 de 100 A, según norma NI 76.03.01, con borne bimetálico de entrada de 16 a 50 mm<sup>2</sup> de capacidad.
- Un (1) bloque de bornes seccionables BS-4 según NI 76.84.03
- Dos (2) bloques de bornes fijos del tipo BFT-25, según NI 76.84.02.

Estos bloques de bornes dispondrán de tapa final y topes de sujeción.

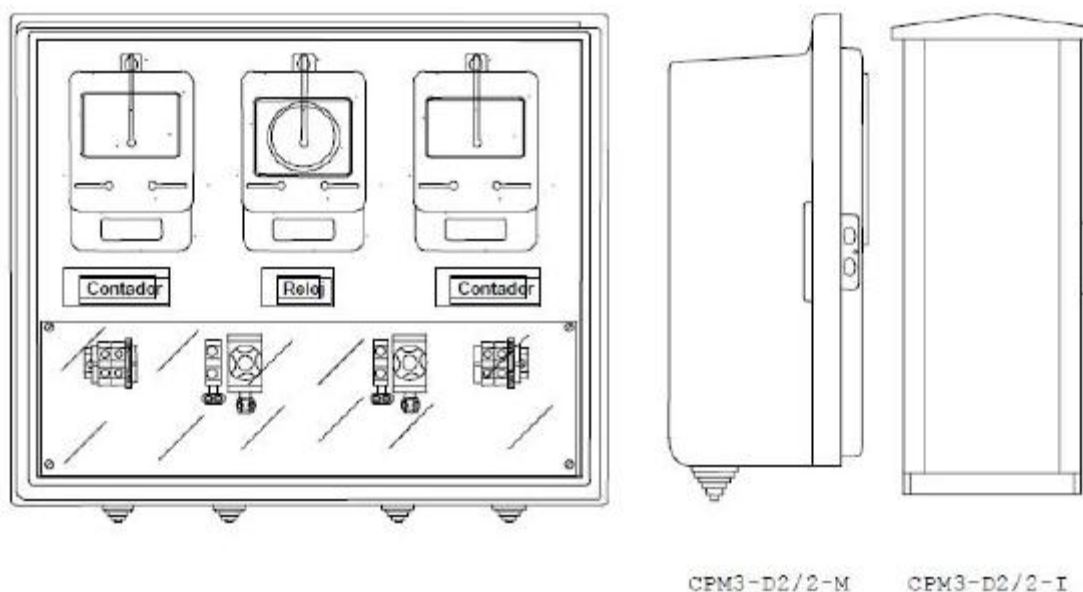


Figura 6: Cajas CPM3-D2/2-M y CPM3-D2/2-I

## 9. Comportamiento medioambiental

Las CPM y CMT objeto de esta norma, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

## 10. Ensayos

Todos los ensayos deben realizarse sobre la caja montada como en utilización normal y sin que contenga ni el contador ni el interruptor horario, que serán sustituidos por conexiones de impedancia despreciable. Si en algún caso esto no es posible, los ensayos se efectuarán sobre muestras representativas de las cajas.

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
<b>Verificación de la resistencia mecánica</b>			
Grado de protección IP	Una caja de cada tipo	EN 60 529	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Resistencia al impacto		UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.2.1	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Resistencia mecánica de las puertas		UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.3	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.3
Resistencia axial de los insertos metálicos	Una Probeta	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.4	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.4
Verificación de los límites de calentamiento	Una Probeta	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.1	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.1
<b>Verificación de la resistencia al calor anormal y al fuego</b>			
Resistencia al calor anormal y al fuego	Una probeta de cada material aislante	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.13	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.2
Categoría de inflamación	Cinco probetas de cada material aislante	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.10.2	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.10.2
Calor seco	Una caja completa	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.10.3	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.10.3
<b>Verificación de la resistencia a la corrosión y al envejecimiento</b>			
Verificación de la resistencia a la oxidación y a la humedad	Cada uno de los componentes y una probeta de material de la envolvente	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.11	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.11
Resistencia a los productos alcalinos	Dos probetas aprox. 10 g de cada material de las partes de la caja susceptibles de estar en contacto con materiales de construcción	Sumergir las dos probetas en una disolución de NaOH a 36 B. Tras 2 horas de permanencia en la disolución a 100 °C se retiran y se lavan en agua. Se dejan secar a temperatura ambiente un mínimo de 24 h	La variación en peso antes y después del ensayo no debe superar en valor absoluto el 2 %

Cuando no se indica otra cosa, los ensayos se realizarán a la temperatura de  $(20 \pm 5)$  °C.

## 10.1 Ensayos de tipo

Los ensayos de tipo deben efectuarse sobre las cajas especificadas en esta norma antes de su suministro, para demostrar que sus características son las establecidas en esta norma y adecuadas para las aplicaciones previstas.

Estos ensayos son de tal naturaleza, que después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño de las cajas, susceptibles de modificar sus características.

Los ensayos de tipo se efectuarán según se indica en la tabla 4.

Tabla 4  
Ensayos de tipo

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Verificación de las propiedades dieléctricas			
Rigidez dieléctrica a frecuencia industrial	Una caja de cada tipo	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.2.2 y 8.2.2.3	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.2.2 y 8.2.2.3
Tensión soportada al impulso		UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.2.6.1 y 8.2.2.6.2	NI 42.72.00 Apdo. 6.1

## 10.2 Ensayos individuales

Los ensayos individuales indicados en la tabla 5, están destinados a detectar los defectos que afecten a los materiales y a la fabricación. Estos se efectuarán sobre el 100% de las cajas después de su montaje.

El fabricante deberá disponer en sus propias instalaciones de un laboratorio dotado de los aparatos necesarios que permitan realizar todos los ensayos individuales indicados en la tabla 5, y los ensayos de tipo siguientes:

- rigidez dieléctrica a frecuencia industrial
- grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos y entrada de agua
- resistencia al impacto
- resistencia mecánica de las puertas
- resistencia axial de los insertos metálicos de las envolventes

Tabla 5  
Ensayos individuales

Ensayo	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Verificación de las características constructivas		
Aislamiento total	Visual UNE EN 60 439-1 Apdo. 7.4.3.2.2	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Ventilación	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Capacidad de las cajas	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 8.1
Puerta, placa y panel	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Dispositivos de cierre	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Entradas de cables	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Características bloque de bornes	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 8.1
Cableado	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3.2
Precintabilidad	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3.4
Marcas	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Capítulo 7

## **11 Calificación y recepción**

### **11.1 Calificación**

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados por el fabricante en la fase de calificación.

El proceso de calificación incluirá la realización de los ensayos indicados en el capítulo 10 de esta norma cuyo método, condiciones y valores a obtener se indican en la tabla 4 y 5.

Si uno cualquiera de los ensayos no cumple lo especificado, se considerará que las cajas a las que sea aplicable este ensayo no son satisfactorias.

Una vez realizado el proceso de calificación, se elaborará por cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

### **11.2 Recepción**

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad instaurado en fábrica y de la relación Iberdrola-Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

En principio se realizarán los ensayos individuales que se indican en la tabla 5.



# CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA

## DEFINICION

Caja General de Protección y Medida (CPM), son aquellas cajas que, en un solo elemento, incluyen la caja general de protección y el conjunto de medida.

## DESIGNACION Y DENOMINACION CPM (1) - (2) (3) - (4)

### Grupo (1):

- 1- Apta únicamente para un contador monofásico.
- 2- Apta para un contador monofásico o trifásico.
- 3- Apta para dos contadores monofásicos.

### Grupo (2):

- D- Equipada para un contador multitarifa (CE).
- E- Equipada para contador + registrador (CG).

### Grupo (3):

- 2- Equipada con contador monofásico.
- 4- Equipada con contador trifásico.

En la CPM3, apta para dos contadores, se indicará el equipamiento existente para cada uno de los contadores separados por una barra.

### Grupo (4):

- M- Instalación empotrada.
- I- Instalación intemperie.
- BP- Equipada con bloque de pruebas para medida indirecta.

Ejemplo de designación: CPM1-D2-M

Corresponde a una caja de protección y medida para instalación empotrada, equipada para un contador multitarifa.



# CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA



## CARACTERISTICAS GENERALES

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP 43 en envoltentes empotrables e IP 55 en envoltentes intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltentes empotrable e IK10 en envoltente intemperie, según UNE EN 50 102.
- Cableado de una tensión asignada de 450/750 V, con conductores de cobre rígido clase 2, según norma UNE 21 022, unipolares, con aislamiento seco, extruido a base de mezclas
- Opacidad reducidos, de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-16.
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Cierre de triple acción mediante llave triangular y bloqueo de candado.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato de 2 mm de espesor.
- Panel de poliéster troquelado, de 3 mm de espesor.
- Tornillería de fijación de latón, imperdibles y desplazables por el ranurado del panel,

Tipo de suministro	Nº de contadores	Tipo de instalación	Designación	Código Iberdrola
Monofásico hasta 63 A	1 CE	Empotrable	CPM1-D2-M	4272001
	1 CE	Intemperie	CPM1-D2-I	4272002
	2 CE	Empotrable	CPM3-D2/2-M	4272021
	2 CE	Intemperie	CPM3-D2/2-I	4272023
Trifásico Hasta 15 kW Hasta 43,5 kW (Medida directa)	1 CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-M	4272014
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-I	4272016
	1CE o CG	Empotrable	CPM2-D/E4-MBP	4272017
	1 CE o CG	Intemperie	CPM2-D/E4-IBP	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Empotrable	CMT-300E-M	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida indirecta) TI	1 CG	Intemperie	CMT-750E-I	4272120

# CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA

## MONTAJE INTEMPERIE Y MEDIDA DIRECTA SEGUN NI 42.72.00

### Descripción del Equipo:

- Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.20.01
- Panel troquelado suplementado para un contador monofásico.
- Una mirilla de policarbonato transparente en modelo empotrable.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel para montaje de base BUC y neutro amovible.
- Base de neutro amovible de 160A con borne bimetálico de hasta 50 mm<sup>2</sup> de capacidad.
- Base unipolar cerrada BUC tamaño 00 de 160A, según NI 76.01.02.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.104-IB.



CPM1-D2-M



CPM1-D2-I

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CPM1-D2-M	Empotrable	MININTER	431x317x183	0257466
CPM1-D2-I	Saliente	SUPERINTER SI 55-T	534x526x338	0471028

# CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA



## MONTAJE INTEMPERIE Y MEDIDA DIRECTA SEGUN NI 42.72.00

### Características:

- Capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.20.01
- Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos.
- Dos mirillas de policarbonato transparente en modelo empotrable.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles.
- Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetálicos de hasta 50 mm<sup>2</sup> de capacidad.
- Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160A, según NI 76.01.02.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.105-IB.



CPM3-D2/2-M



CPM3-D2/2-I

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CPM3-D2/2-M	Empotrable	MAXINTER	698x578x240	0255261
CPM3-D2/2-I	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0471029
CPM3-D2/2-M	Empotrable	PANINTER	536x517x227	0254419

**Nota:** Para armarios de un solo abonado, añadir a las referencias -1



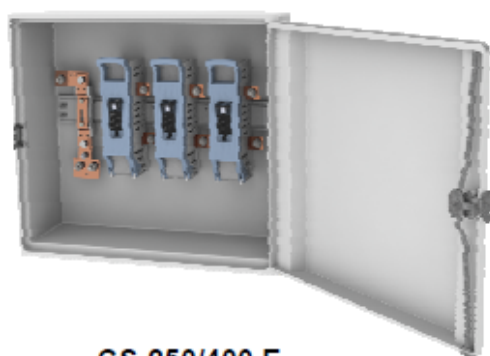
# CAJAS DE SECCIONAMIENTO



## MONTAJE INTEMPERIE SEGUN NI 76.50.04

### Características:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.



CS-250/400 E

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CS-250/400 E	Empotrable	MAXINTER	698x578x240	0555060
CS-400/400 E	Empotrable	MAXINTER	698x578x240	0555064

### Características:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo TPD 57-T.
- Grado de protección IP 55 UNE 20 234 e IK10 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.



CS-250/400 E

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CS-250/400 S	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0470132
CS-400/400 S	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0470133

## CARACTERÍSTICAS GENERALES



Cajas Generales de Protección y Medida (CPM) són aquellas cajas que, en un solo elemento, incluyen la caja general de protección y el conjunto de medida.

Están diseñadas para contener los fusibles de protección y los equipos de medida para suministros individuales domésticos, comerciales o industriales en BT. Según las especificaciones pueden utilizarse las envolventes **MINIMININTER, MININTER V, MININTER H, PANINTER, MAXINTER, MINIMIXT O SUPERINTER**, por combinación de las cuales se resuelven todos los casos de tarificación tanto en medida directa como indirecta.

Una completa gama de armarios de distribución permite la alimentación de estos equipos a partir de una línea subterránea o aéreo-subterránea. Su realización en envolventes del mismo tipo que las cajas generales de protección y medida simplifican y favorecen los montajes en interior o exterior, sobre fachada, empotradas, sobre zócalos o sobre postes.

### Características técnicas:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

# MININTER-H



## Composición de la envolvente:

- Cuba provista de insertos metálicos M6 para la fijación del aparellaje o placa de montaje.
- Puerta articulada sobre bisagras, equipada opcionalmente con una o dos ventanillas tipo V0 para lectura de los aparatos de medida y cerradura de plástico de cabeza triangular.

*Opcionalmente se pueden adaptar otros tipos de cierre.  
Puede suministrarse equipado con bases y cableado.*

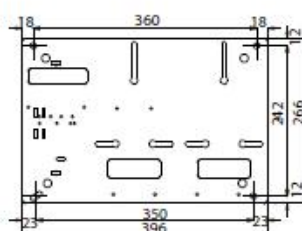
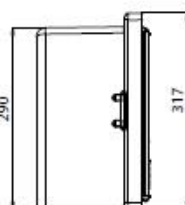
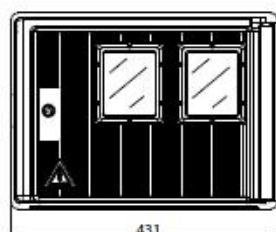
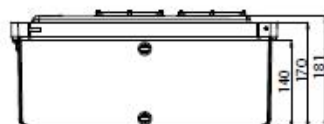


## Utilización:

Diseñada para contener los fusibles de protección y el equipo de medida para un abonado individual con simple o doble tarifa en monofásico.

## Cierre:

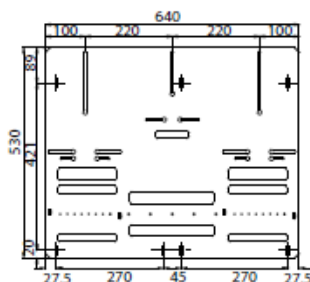
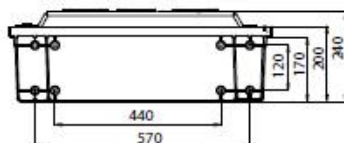
En su versión estándar incorpora cierre de plástico triangular de 11 mm normalizado, con herraje para candado.



Designación	Composición						Referencia
	Placa de Montaje	Ventanilla	HC (1)	Base + Neutro	Corte Omnipolar	Tapabases	
MH	-	-	-	-	-	-	256.800
MH-HC	-	-	•	-	-	-	256.832
MH-C	ciega	-	-	-	-	-	256.801
MH-1M/V	1M	1	•	-	-	-	256.805
MH-1M/VU	1M	1	•	•	-	-	256.815
MH-1M/VUT	1M	1	•	•	-	•	256.816
MH-1M/VOT	1M	1	•	•	•	•	256.812
MH-1MR	1M+R	-	-	-	-	-	256.804
MH-1MR/2V	1M+R	2	•	-	-	-	256.806

(1) HC: Dispositivo para candado

# MAXINTER



## Composición de la envoltura:

- Cuba provista de insertos metálicos M6 para la fijación del aparellaje o placa de montaje.
- Puerta articulada sobre bisagras, equipada opcionalmente con dos o tres ventanillas tipo V1 para la lectura de los aparatos de medida y cerradura de plástico de cabeza triangular.

*Opcionalmente se pueden adaptar otros tipos de cierre.*

*Puede suministrarse equipado con bases y cableado.*

## Utilización:

Diseñada para contener los fusibles de protección y el equipo de medida para dos abonados individuales monofásicos o trifásicos con simple o doble tarifa.

## Cierre:

En su versión estándar incorpora cierre de plástico triangular de 11 mm normalizado, con herraje para candado.

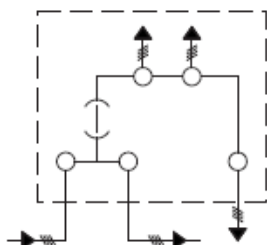
## Composición

Designación	Placa de Montaje	Ventanilla	HC (1)	Base + Neutro	Corte Omnipolar	Tapabases	Bornes Entrada Independientes (mm <sup>2</sup> )	Referencia
MX-HC	-	-	•	-	-	-	-	255.001
MX-2VHC	-	2	•	-	-	-	-	255.005
MX-3VHC	-	3	•	-	-	-	-	255.006
MX-HC/PA	-	-	•	-	-	-	-	(2) 255.003
MX-C	ciega	-	•	-	-	-	-	255.021
MX-C/2V	ciega	2	•	-	-	-	-	255.025
MX-C/3V	ciega	3	•	-	-	-	-	255.026
MX-MT/2VOT95	1M+1T	2	•	•	•	•	95	255.204
MX-MT/2VOT150	1M+1T	2	•	•	•	•	150	255.205
MX-2T/2VOT95	2T	2	•	•	•	•	95	255.224

(1) HC: Dispositivo para candado - (2) Con placa de cierre amovible



# ARMARIOS DE DISTRIBUCION



## ARMARIOS DE SECCIONAMIENTO

Diseñados para realizar el seccionamiento de líneas subterráneas de BT y, opcionalmente, para:

- Derivación de una línea subterránea
- Salida de una o dos derivaciones individuales a través de una caja general de protección y medida tipo CPM3 acoplada.
- Derivación de una línea y salida de una o dos derivaciones individuales, con una caja tipo CPM3.

### Versiones básicas:

Montaje empotrado: envoltente tipo MAXINTER (ver pág.8).

Montaje saliente: envoltente tipo SUPERINTER SI 57 (ver pág.10).

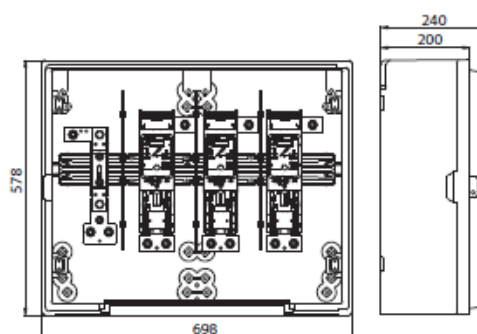
En ambos casos el armario de seccionamiento permite el acoplamiento con una caja general de protección tipo CPM3 con envoltente MAXINTER o SUPERINTER respectivamente.

El seccionamiento de la línea subterránea se realiza mediante bases fusibles tipo NH tamaño 1 ó 2 con o sin dispositivo extintor de arco.



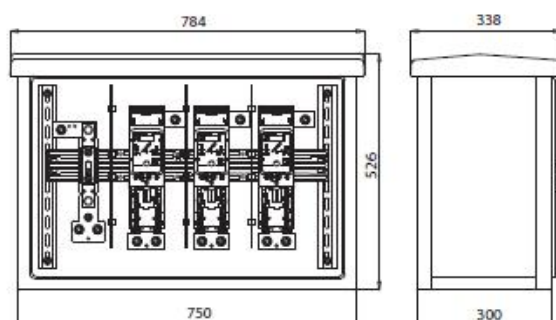
### MONTAJE EMPOTRADO

Designación	Envoltente	Referencia
CS-250/400-E	MAXINTER	555.060
CS-400/400-E	MAXINTER	555.064



### MONTAJE SALIENTE

Designación	Envoltente	Referencia
CS-250/400-S	SUPERINTER SI 57-T	470.132
CS-400/400-S	SUPERINTER SI 57-T	470.133



## **ANEXO 4**

**CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS (MONTAJE)  
LINEAS SUBTERRANEAS DE BAJA TENSION - CONSTRUCCION**

**CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS  
(MONTAJE)**

**LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN**

**CONSTRUCCIÓN**

---

**NORMATIVO:**    ☒



**INFORMATIVO:**   ☐

**Preparado por : DEGAC-GAMAN**



### **Modificación del MT 2.53.20, Edición 2ª (00-05), respecto a la Edición 1ª (96-03)**

- Se hace referencia en el nuevo Capítulo de Introducción el motivo de la nueva edición y el documento que sustituye
- En el Capítulo 1, se ha sustituido el MT de Elementos Constituyentes por las Fichas Técnicas
- En las páginas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se incluyen los distintos tipos de conexiones de CPM, CGP y CS, de acuerdo con el MT-NEDIS 2.80.10
- Todos los Conjuntos Constructivos de Conexión de las CPM y CGP se han desarrollado de acuerdo con los montajes actuales, suprimiendo el tubo o tubos desde el nivel del suelo hasta la entrada de la CGP. Además se han incorporado en las conexiones a CGP y CS la conexión con terminales bimetálicos.
- Se hace referencia en todos los Conjuntos Constructivos a las nuevas Fichas Técnicas (antes Elementos Constituyentes) y a la NI del material correspondiente.
- En las páginas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 actualizan la referencia a las Fichas Técnicas y a la NI correspondiente.
- Se han suprimido los Conjuntos Constructivos relativos a montaje de bandejas.

ORGANISMO	FECHA	FIRMA	ORGANISMO	FECHA	FIRMA
			GAMAN	1-06-00	
			DEGAC	2-06-00	

**CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS  
(MONTAJE)  
LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN  
CONSTRUCCIÓN**

**ÍNDICE**

	Página
0 INTRODUCCIÓN .....	2
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2 CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS.....	2

## 0 INTRODUCCIÓN

Este documento sustituye y anula al anterior MTDYC 2.53.20, fecha marzo de 1996, por Validación según el SGD

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente documento tiene por objeto establecer los conjuntos constructivos para la construcción de las líneas subterráneas de BT en el Negocio de Distribución Eléctrica.

Estos conjuntos constructivos se aplicarán en el desarrollo de las Unidades Compatibles de líneas subterráneas de BT (MT 2.53.05) y en los Proyectos Tipo del Negocio de Distribución Eléctrica.



## 2 CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS

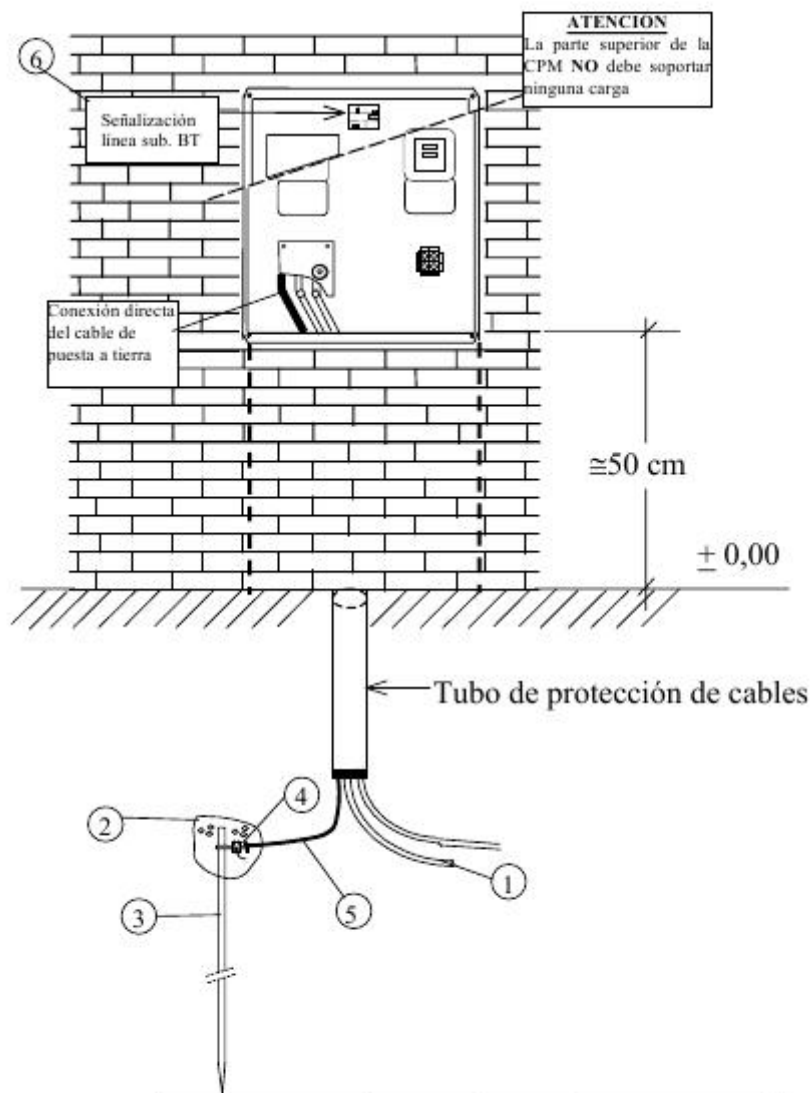
Cada montaje, destinado a un fin específico, está compuesto por un conjunto de materiales adoptados para estas instalaciones (Fichas Técnicas).

Este documento comprende:

- Conexión de CPM - monofásica con puesta a tierra
- Conexión de CPM - monofásica sin puesta a tierra
- Conexión de CPM - trifásica con puesta a tierra
- Conexión de CGP - trifásica con puesta a tierra
- Conexión de CGP - trifásica y puesta a tierra (alimentación en punta)
- Conexión de CGP - trifásica y puesta a tierra (alimentación con entrada y salida de la red)
- Conexión de CS - trifásica / doble entrada y salida con puesta a tierra
- Conexión de línea subterránea en cuadro distribución BT / CT, CGP y CS (con terminales bimetálicos)
- Empalme línea subterránea
- Derivación línea subterránea
- Confección terminación línea subterránea enlace con línea aérea / hasta 3m altura
- Confección puesta a tierra en instalación existente
- Confección pica toma tierra adicional

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN DE CPM - MONOFÁSICA CON PUESTA A TIERRA

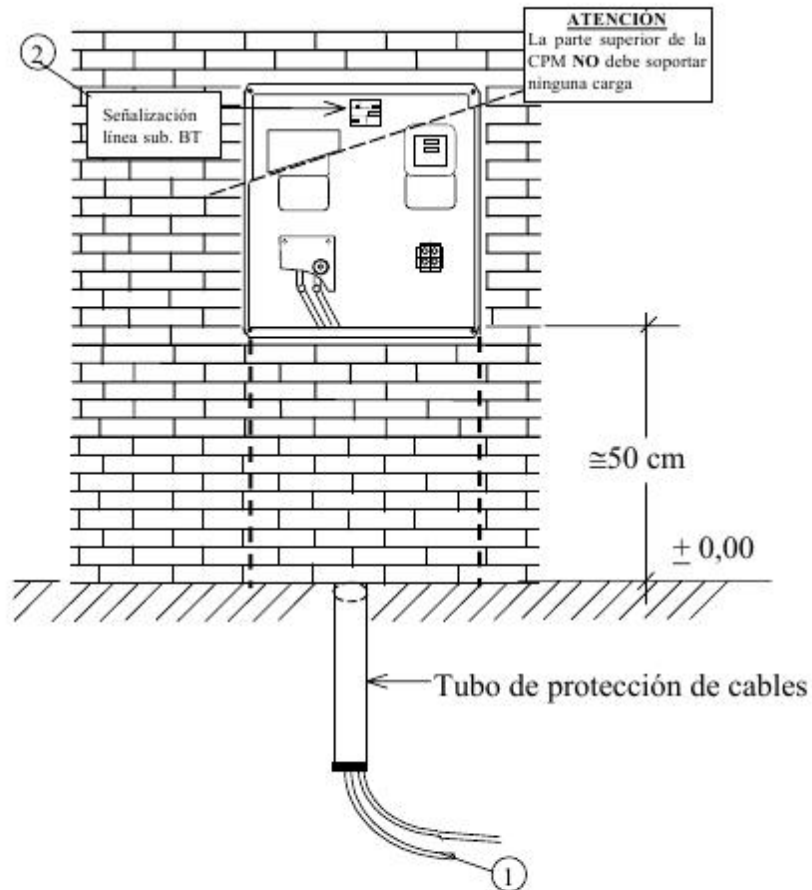


COMPOSICIÓN DE LÍNEA * SISTEMA B-2		SUMINISTRO
FASES	NEUTRO	230 V
1 x 50 Al	1 x 50 Al	

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71
6	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CPM - MONOFÁSICA SIN PUESTA A TIERRA



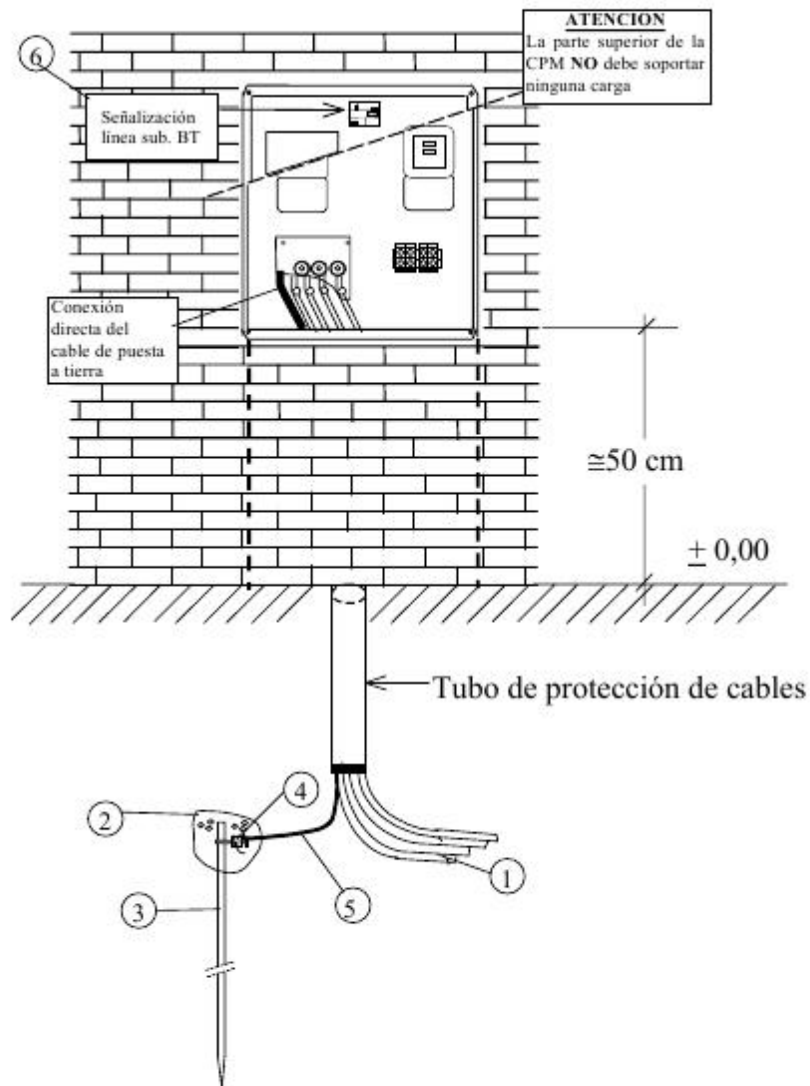
COMPOSICIÓN DE LÍNEA * SISTEMA B-2		SUMINISTRO
FASES	NEUTRO	230 V
1 x 50	1 x 50	

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04



## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CPM - TRIFÁSICA CON PUESTA A TIERRA



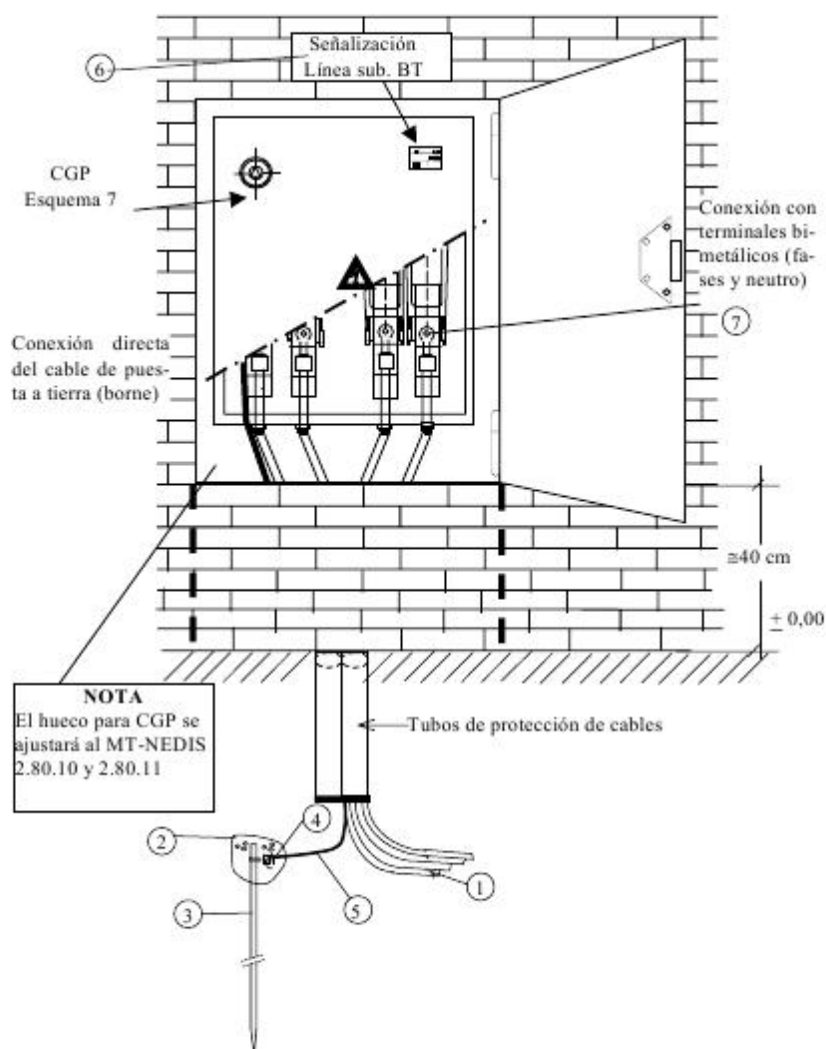
#### \* COMPOSICIÓN DE LÍNEA

FASES	NEUTRO
3 x 50	1 x 50

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71
6	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CGP - TRIFÁSICA CON PUESTA A TIERRA

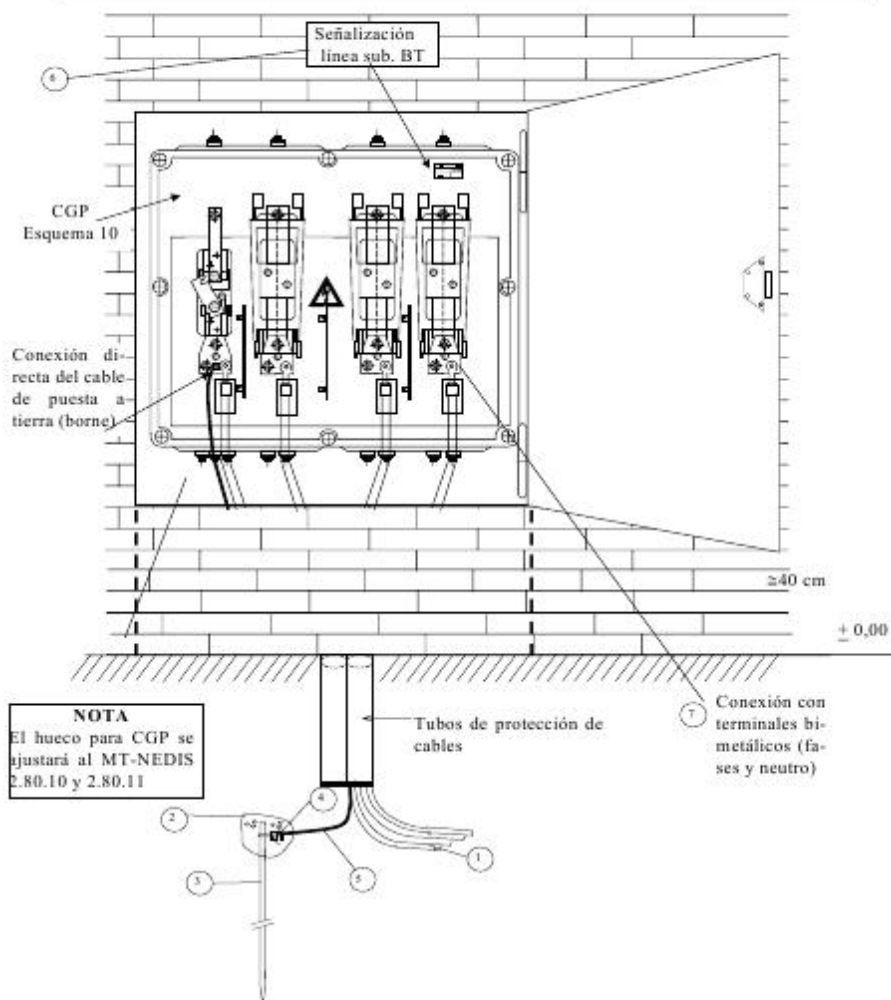


* COMPOSICIÓN DE LÍNEA	
FASES	NEUTRO
3 x 50	1 x 50
3 x 95	1 x 50
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71
6	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04
7	BTS-10	3 fases+1 neutro	Ud	Conectores terminales de Al-Cu	58.20.71

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CGP - TRIFÁSICA Y PUESTA A TIERRA (ALIMENTACIÓN EN PUNTA)



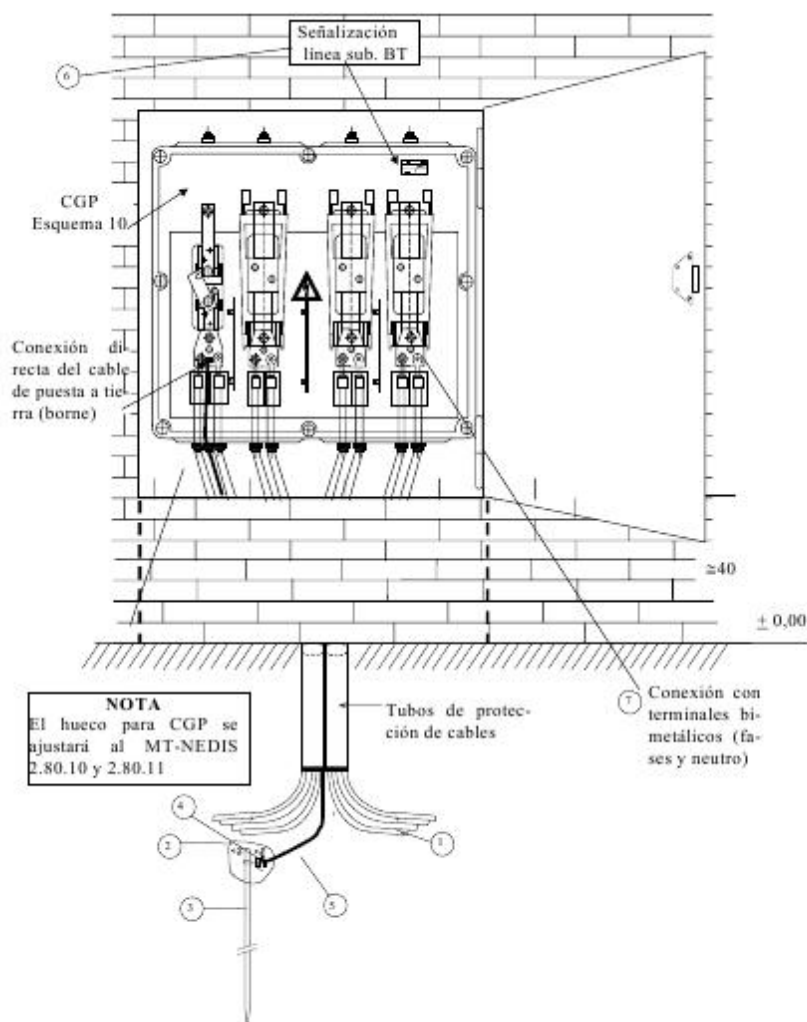
#### \* COMPOSICIÓN DE LÍNEA

FASES	NEUTRO
3 x 95	1 x 50
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71
6	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04
7	BTS-10	3 fases+1 neutro	Ud	Conectores terminales de Al-Cu	58.20.71

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CGP - TRIFÁSICA Y PUESTA A TIERRA (ALIMENTACIÓN CON ENTRADA Y SALIDA DE LA RED)



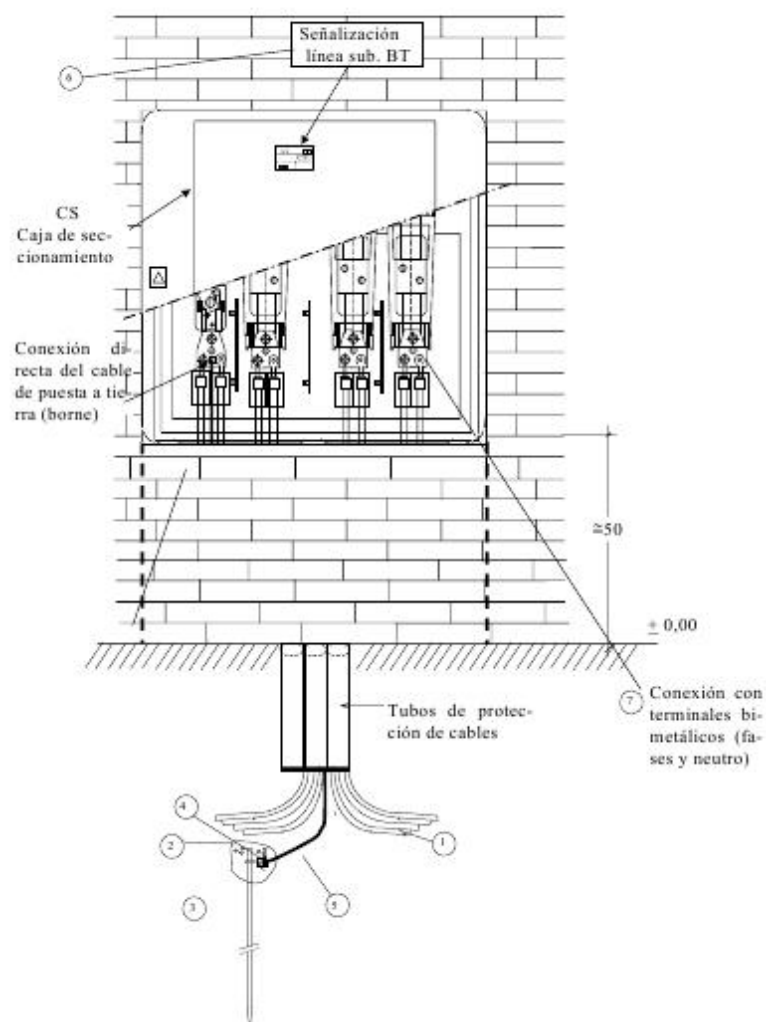
#### \* COMPOSICIÓN DE LÍNEA

FASES	NEUTRO
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetalica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimetal/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71
6	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04
7	BTS-10	3 fases+1 neutro	Ud	Conectores terminales de Al-Cu	58.20.71

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### CONEXIÓN - CS - TRIFÁSICA / DOBLE ENTRADA Y SALIDA CON PUESTA A TIERRA



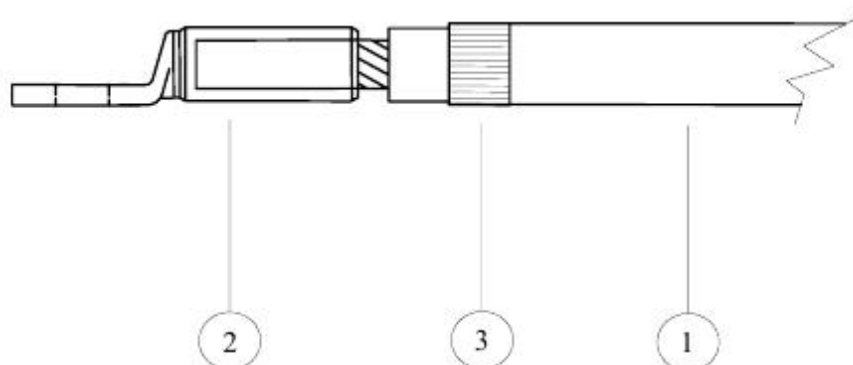
#### \* COMPOSICIÓN DE LÍNEA

FASES	NEUTRO
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
3	LAB-19	1	Ud	Pica bimetalica lisa / toma tierra	50.26.01
4	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable	58.26.03
5	BTS 18	2	m.	Cable DNRA 50 Cu	56.31.71

### LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### CONEXIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA EN CUADRO DISTRIBUCIÓN BT / CT, CGP Y CS (CON TERMINALES BIMETÁLICOS)

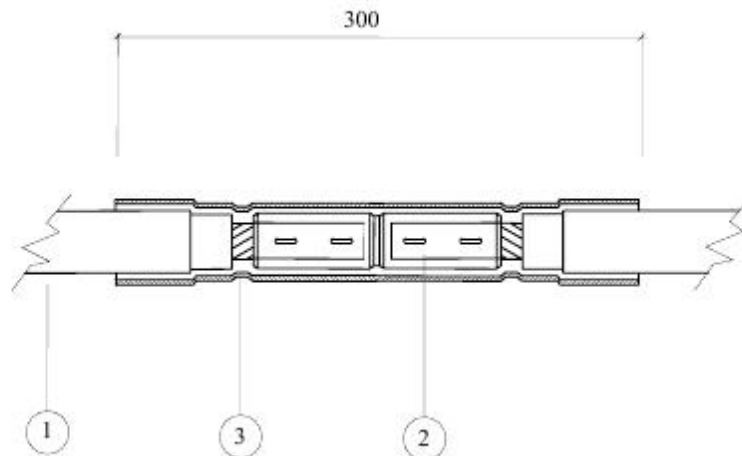


* COMPOSICIÓN DE LÍNEA	
FASES	NEUTRO
3 x 50	1 x 50
3 x 95	1 x 50
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS-01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS-10	4	Ud	Conector terminal bimetálico	58.20.71
3	BTS-22	0,10	Ud	Cinta adhesiva identificación fases	76.87.01

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA Tensión

### EMPALME LÍNEA SUBTERRÁNEA

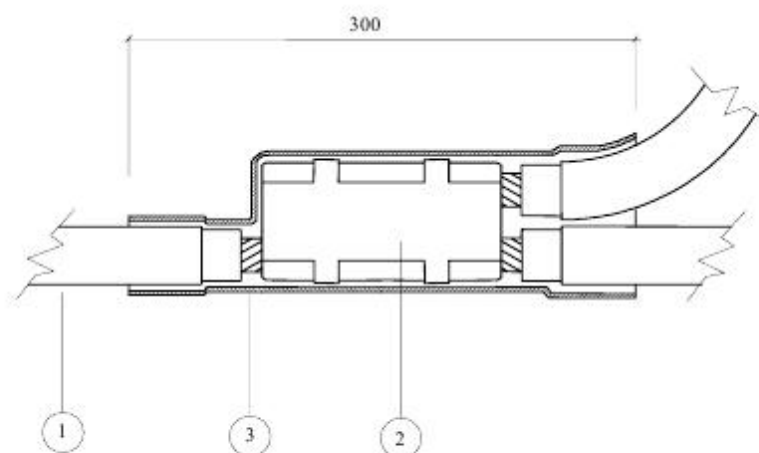


* COMPOSICIÓN DE LÍNEA	
FASES	NEUTRO
3 x 50	1 x 50
3 x 95	1 x 50
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS-01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS-12	1	Ud	Manguito unión para empalme de Al	58.20.71
3	BTS-07	1	Ud	Manguito aislante cerrado/empalme TR/R	56.88.01

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### **DERIVACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA**



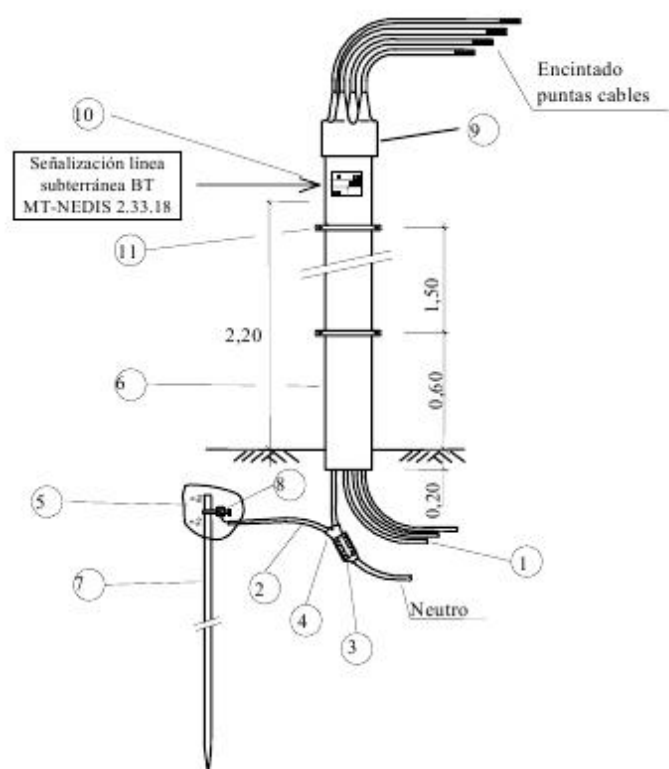
* COMPOSICIÓN DE LÍNEA	
FASES	NEUTRO
3 x 50	1 x 50
3 x 95	1 x 50
3 x 150	1 x 95
3 x 240	1 x 150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS-01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS-15	1	Ud	Conector de derivación por compresión total	58.20.71
3	BTS-08	1	Ud	Manguito termorret. abierto / derivación	56.88.01



## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA Tensión

### CONFECCIÓN TERMINACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA ENLACE CON LÍNEA AEREA / HASTA 3m ALTURA

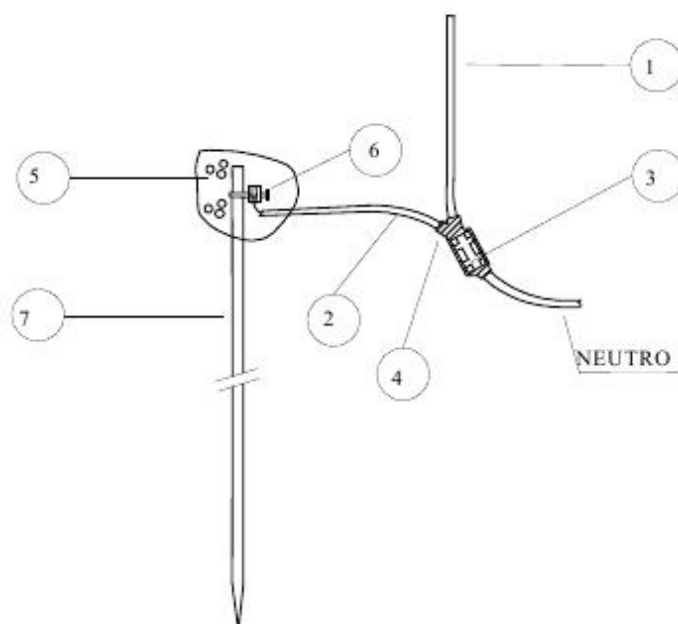


* COMPOSICIÓN DE LÍNEA		** MANGUITO S/SECC. NEUTRO
FASES	NEUTRO	
3 x 150	1 x 95	95
3 x 240	1 x 150	150

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 18	1	Ud	Cable DNRA 0,6 / 1KV - 1 x 50 Cu	56.31.71
3	BTS-15	1	Ud	* * Conector de derivación	58.20.71
4	BTS-08	1	Ud	Manguito termorret. abierto / deriv.	56.88.01
5	BTS-19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
6	MTS-07	3	m	Tubo plástico TC 90/R	56.88.01
7	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
8	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable Cu	58.26.03
9	BTS 20	1	Ud	Capuchón protección líneas subt.	50.80.03
10	BTS 17	1	Ud	Señal autoadhesiva para señalización líneas	29.05.04
11	-	2	Ud	Horquilla fijación tubos 90 Ø	-

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA Tensión

### CONFECCIÓN PUESTA A TIERRA EN INSTALACIÓN EXISTENTE

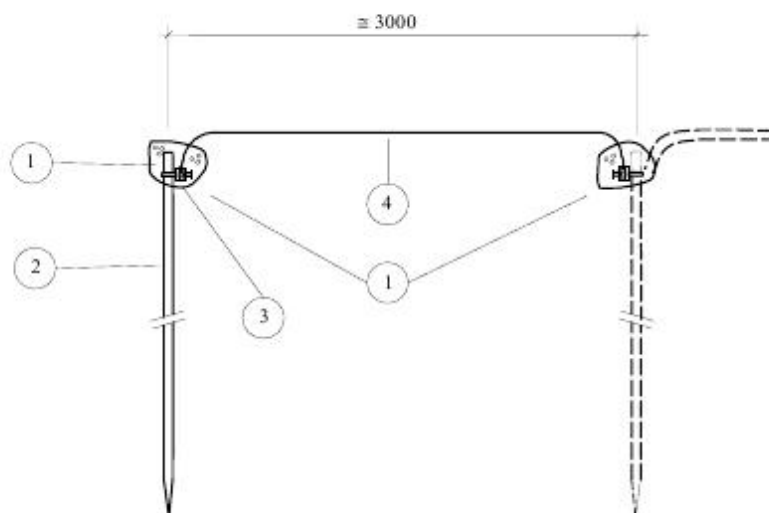


* * MANGUITO S/SECC. NEUTRO	
50	
95	
150	

Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS 01	-	m	*Cable RV 0,6/1 kV	56.31.21
2	BTS 18	1	Ud	Cable DNRA 0,6 / 1KV - 1 x 50 Cu	56.31.71
3	BTS-15	1	Ud	* * Conector de derivación	58.20.71
4	BTS-08	1	Ud	Manguito termorret. abierto / deriv.	56.88.01
5	BTS-19	0,25	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
6	LAB-20	1	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable Cu	58.26.03
7	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01

### LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSION

#### CONFECCIÓN PICA TOMA TIERRA ADICIONAL



Nº MARCA	FICHA TÉCNICA	CANTIDAD	UNIDAD	DENOMINACIÓN	NI
1	BTS-19	0,50	Ud	Cinta antihumedad	06.38.02
2	LAB-19	1	Ud	Pica bimetálica lisa / toma tierra	50.26.01
3	LAB-20	2	Ud	Grapa conexión - pica bimet/cable Cu 50	58.26.03
4	LAM-14	1,5	Kg.	Cu 50 mm <sup>2</sup>	54.10.01

## **ANEXO 5**

**CABLE SUBTERRANEO DE MEDIA TENSION**

**HEPRZ1 Al H-16, tensión 12/20 kV**

## **ANEXO 5**

### **CABLE SUBTERRANEO DE MEDIA TENSION (HEPRZ1 Al H-16, tensión 12/20 kV)**

#### **1. Objeto y campo de aplicación**

Esta norma (NI 56.43.01) especifica las características que deben reunir y los ensayos que han de superar los cables unipolares de AT con conductores de aluminio y aislamiento seco etileno propileno de alto módulo y cubierta especial.

Esta norma es aplicable a los cables unipolares de AT hasta 30 kV tipo HEPRZ1 para redes subterráneas de alta tensión a instalar en el ámbito de Iberdrola.

#### **2 Normas para consulta**

IBERDROLA NI 56.43.01- Norma constructiva.

UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases.

IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases.

#### **3 Tipos normalizados. Características esenciales y código**

Los tipos normalizados y las características esenciales son las que figuran en la tabla 1.

Tabla 1

Tipos normalizados

Designación	Tensión nominal kV	Naturaleza y sección conductor mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>	Suministro		Código
				Longitud normalizada ± 2% m	Tipo de bobina UNE 21 167-1	
HEPRZ1 12/20 1x50 K Al+H16	12/20	Al 50	16	820	14	5641814
HEPRZ1 12/20 1x150 K Al+H16		Al 150	16	1000	20	5641818
HEPRZ1 12/20 1x240 K Al+H16		Al 240	16	1000	22	5641820
HEPRZ1 12/20 1x400 K Al+H16		Al 400	16	1000	22	5641822
HEPRZ1 18/30 1x50 K Al+H16	18/30	Al 50	16	580	14	5643314
HEPRZ1 18/30 1x150 K Al+H25		Al 150	25	1000	22	5643318
HEPRZ1 18/30 1x240 K Al+H25		Al 240	25	1000	22	5643320
HEPRZ1 18/30 1x400 K Al+H25		Al 400	25	1000	22	5643322

## 4. Características

### 4.1 Características eléctricas

#### 4.1.1 Tensión asignada.-

Las tensiones asignadas de los cables para cada uno de los dos niveles de tensión definidos en esta norma son las indicadas en la tabla 2.

Tabla 2

Tensiones de los cables

U <sub>0</sub> kV	U kV	U <sub>m</sub> kV	U <sub>p</sub> kV
12	20	24	125
18	30	36	170

U<sub>0</sub>: es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre el conductor y la tierra de la pantalla metálica.

U: es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores.

U<sub>m</sub>: es la tensión máxima eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores, para lo cual se diseña el cable y sus accesorios.

U<sub>p</sub>: es el valor de cresta a los impulsos de tipo rayo, aplicada entre cada conductor y la pantalla metálica para el que se diseña el cable y sus accesorios.

#### 4.1.2 Intensidades.

Las prestaciones eléctricas de los cables dependen de varios factores, por lo que deben ser precisadas en cada caso particular. Sin embargo y a título de guía de utilización, damos estas características en condiciones más usuales de instalación.

##### 4.1.2.1 Intensidades máximas permanentes admisibles de los Conductores.

Las condiciones de instalación en que se basan los valores indicados en la tabla 3 son:

- Instalación al aire sin radiación solar:
  - Temperatura del aire 40°C
  - Cables colocados al tresbolillo en contacto
- Instalación directamente enterrada:
  - Temperatura del terreno 25°C
  - Resistividad térmica del terreno 1° K m/W
  - Profundidad de instalación 1000 mm
  - Cables colocados al tresbolillo en contacto

Tabla 3

Intensidades máximas permanentes admisibles en los conductores

Sección mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible (A)	
	Al aire	Enterrada
50	160	--
150	345	330
240	470	435
400	630	560

#### 4.1.2.2 Intensidades máximas de cortocircuito en los conductores.

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores considerando el proceso adiabático y partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105°C, se indica en la tabla 4.

Tabla 4

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA

Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	2,9	2,7
150	44,7	31,6	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
240	71,5	50,6	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
400	119,2	84,4	68,8	53,2	37,6	30,8	26,4	23,6	21,6

#### 4.1.2.3 Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla.

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en las pantallas considerando el cable transportando la intensidad máxima admisible de servicio, se indica en la tabla 5.

Tabla 5

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla, en kA

Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7,750	5,640	4,705	3,775	2,845	2,440	2,200	2,035	1,920
25	11,965	8,690	7,245	5,795	4,350	3,715	3,340	3,090	2,900

### 4.1.3 Resistencia, reactancia y capacidad.

En la tabla 6 se indican las características de resistencia a 105°C, la reactancia a la frecuencia de 50 Hz y la capacidad.

Tabla 6  
Resistencia, reactancia y capacidad

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión nominal kV	Resistencia máx.a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
50	12/20	0,862	0,133	0,206
150		0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,106	0,098	0,536
50	18/30	0,862	0,144	0,161
150		0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,106	0,106	0,401

### 4.2 Características constructivas

Todos los cables especificados en esta norma cumplirán con lo especificado en la UNE HD 620-9E.

En la figura 1 se representa la constitución y estructura del cable.

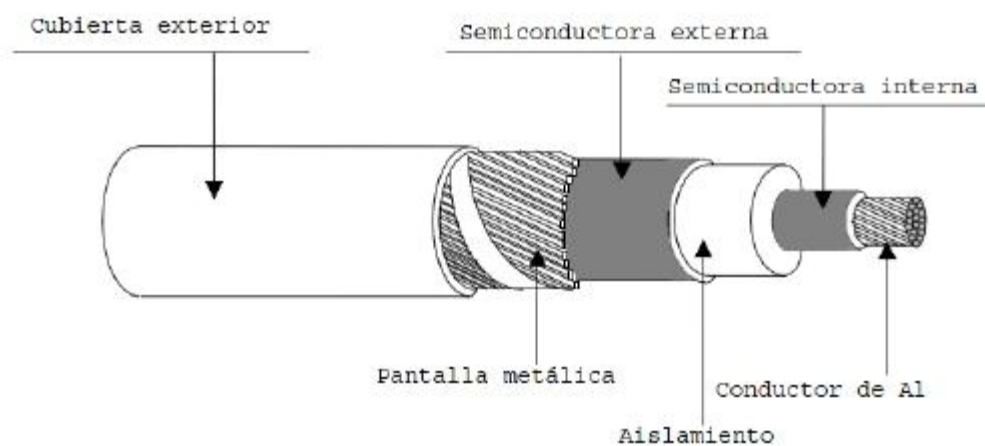


Fig. 1: Constitución del cable



#### 4.2.1 Conductor.

Estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

#### 4.2.2 Aislamiento.

Estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión".

- Tipo de aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Las características de este material serán las especificadas en la tabla 7
- Espesor: tal como se indica en el apartado 3.2 de UNE HD 620-9E, estará en función del gradiente de potencial eléctrico máximo "El gradiente del potencial eléctrico a la tensión asignada  $U_0$  debe ser inferior o igual a 4 kV/mm a nivel de pantalla sobre el conductor e inferior o igual a 2,4 kV/mm sobre el aislamiento"
- Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C
- Temperatura máxima en cortocircuito en máximo 5 s: 250°C

Características del material de aislamiento HEPR

Propiedades	Unidades	Valores
Antes de envejecimiento de la muestra		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	8,5
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	MPa	4,5
Después de envejecimiento de la muestra		
temperatura	°C	150
duración	h	168
- Resistencia mínima a la tracción	MPa	-
• Variación máxima	%	+30
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	-
• Variación máxima	%	+30
Después de envejecimiento en bomba de aire a 0,55 MPa		
temperatura	°C	127
duración	h	40
- Resistencia mínima a la tracción	MPa	-
• Variación máxima	%	+30
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	-
• Variación máxima	%	+30
Alargamiento en caliente		
temperatura	°C	250
duración	min	15
esfuerzo mecánico	MPa	0,2
- Alargamiento máximo bajo carga	%	100
- Alargamiento permanente máximo	%	10
Absorción de agua		
temperatura	°C	100
duración	h	24
- Variación de masa máxima admitida	mg/cm <sup>2</sup>	3
Resistencia de aislamiento $K_i$ (valor min)		
a 20 °C	MΩ.km	5000
a 105 °C	MΩ.km	5
Resistencia al ozono		
duración	h	30
- Concentración de ozono	ppm	250 a 300

Nota: La tolerancia de las temperaturas indicadas es la especificada en la norma UNE HD 605 apartado 1.5.2.

#### 4.2.3 Pantalla sobre el conductor.

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sólo para las secciones mayores será opcional el colocar una cinta semiconductora entre el conductor y la capa semiconductora extruida.

#### 4.2.4 Pantalla sobre el aislamiento.-

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica.

La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductora extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, según el apartado 4.3.3 de la norma UNE HD 620-1.

La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres, según el apartado 4.8 de la norma UNE HD 620-1.

#### 4.2.5 Cubierta exterior.

Estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), según el apartado 4.9 de la UNE HD 620-1, de color rojo. Su espesor nominal, según el apartado 4.9.3 de la UNE HD 620-1, tendrá el valor indicado en la tabla 8 y cumplirá con lo indicado en la tabla 9.

Tabla 8  
Espesor nominal de la cubierta exterior en mm

Sección nominal del conductor  mm <sup>2</sup>	Espesor nominal de la cubierta exterior de los cables de tensión asignada U <sub>0</sub> /U	
	12/20 kV	18/30 kV
50	2,5	2,7
150	3,0	3,0
240	3,0	3,0
400	3,0	3,0

**Tabla 9**  
**Características de la cubierta**

Propiedades	Unidad	Valor
Sin envejecimiento de la muestra		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	15
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	500
Después del envejecimiento de la muestra		
temperatura	°C	110±2
duración	h	336
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Después del envejecimiento del cable completo (ensayo de no contaminación)		
temperatura	°C	110±2
duración	h	168
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Pérdida de masa		
temperatura	°C	100±2
duración	h	168
- Pérdida máxima de masa	mg/cm²	0,5
Presión a temperatura elevada		
temperatura	°C	115±2
duración	h	6
- Coeficiente K		0,7
- Profundidad máxima de la huella	%	50
Comportamiento a baja temperatura		
- Alargamiento en frío		
• temperatura	°C	-30±2
• alargamiento mínimo en la rotura	%	20
Resistencia al desgarro		
- Temperatura	°C	20±5
- Resistencia mínima	N/mm	24
Contracción		
temperatura	°C	80±2
duración	h	5x5
- Contracción máxima	%	7
Resistencia a la abrasión		
- Temperatura	°C	20±5
- Masa aplicada	kg	36
- Número de desplazamientos		8
- Velocidad de aplicación	m/s	0,3±15%
Ensayo de absorción de agua (Método gravimétrico)		
- Temperatura del agua	°C	85±2
- Tiempo de inmersión	h	336
- Variación máxima de masa	mg/cm²	0,5
Contenido en metales pesados		
- Plomo	%	< 0,5
Emisión de gases ácidos		
- Valor mínimo del pH		4,3
- Valor máximo de la conductividad	µS/mm	10
Decoloración y pérdida de las características mecánicas		
- Decoloración	-	Muy poca
- Variación máxima del alargamiento	%	15
- Variación máx. de la resistencia a la tracción	%	15

#### 4.2.5.1 Protección del medio ambiente.

En su composición, el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

## **5. Marcado**

Llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible, e indeleble, según los apartados 3.4 y 3.3 respectivamente de la UNE HD 620-1, las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada
- Designación completa del cable
- Año de fabricación (dos últimas cifras)
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

## **6. Utilización**

En instalaciones de líneas subterráneas de alta tensión hasta 30 kV a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola.

El cable de 1x50 mm<sup>2</sup> se utilizará exclusivamente en los enlaces entre celdas y transformador, en centros de transformación.

## **7. Denominación**

Estos cables se designarán mediante las indicaciones siguientes:

- Tipo constructivo: HEPRZ1
- Tensión asignada en kV: 12/20 ó 18/30 kV
- Relativo al conductor: 1: unipolar sección en mm<sup>2</sup>
  - K. Forma circular compacta
  - A1. Naturaleza del conductor
- Relativo a la pantalla: Sección de la pantalla metálica, precedida del signo + y la letra H

Ejemplo de denominación:

Cable HEPRZ1 12/20 kV 1x150 K AI + H16 NI 56.43.01.

## **8. Suministro**

Estos cables se suministrarán en bobinas de madera. El tipo de bobina y las longitudes de suministro serán las indicadas en la tabla 1.

El cierre de bobinas se realizará con duelas de madera. Previo acuerdo entre Iberdrola y el fabricante, podrán admitirse otros sistemas. (Véase Anexo A).

Los extremos de los cables irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por Iberdrola.

## **9 Calificación y recepción**

### **9.1 Calificación**

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Los ensayos de calificación eléctricos y no eléctricos, incluirán la realización de los ensayos indicados en las tablas 10 y 11, y se efectuarán sobre tres secciones elegidas al azar, una correspondiente a cada nivel de tensión.

Si uno cualquiera de los ensayos no es satisfactorio, se considerará que el tipo de cable no cumple las especificaciones técnicas exigidas.

Después del proceso de calificación, se elaborará para cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

**Tabla 10**  
**Ensayos de Tipo (Eléctricos)**

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Resistividad volumétrica del aislamiento y constante de aislamiento a la temperatura máxima admisible del conductor (resistencia de aislamiento)	Tabla 7	UNE HD 605, apartado 3.3.1
2	Secuencia de ensayos para los cables - Muestra: Cable acabado, de 10 a 15 m de longitud efectiva entre los accesorios de ensayo		
2.1	Ensayo de descargas parciales - Magnitud de las descargas: 5 pC - Tensión del ensayo: 2 U <sub>0</sub>		UNE 21 175-2
2.2	Prueba de doblado seguida de un ensayo de descargas parciales: a) Ensayo de doblado b) Ensayo de descargas parciales (Ver 2.1)		IEC 60 502-2, apartado 18.1.4
2.3	Medida de la tg δ en función de la temperatura**: - Se calienta la muestra de cable hasta que el conductor alcance una temperatura entre 5°C y 10°C por encima de su máxima temperatura de servicio normal. - Tensión de ensayo: 2 kV	Valor medido: ≤ 200x10 <sup>-4</sup>	IEC 60 502-2, apartado 18.1.5
2.4	Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de un ensayo de descargas parciales  a) Ensayo de ciclos de calentamiento. El ciclo de calentamiento dura como mínimo 8h - Se calienta el conductor haciendo pasar a través de él una corriente hasta que alcanza una temperatura entre 5°C y 10°C, por encima de su valor máximo de servicio normal - Se mantiene un mínimo de 2 h entre los límites de temperatura indicados. - Se enfría al aire ambiente durante 3 h, como mínimo - Número de ciclos: 20 b) Ensayo de descargas parciales (ver 2.1)	Tabla 7	IEC 60 502-2, apartado 18.1.6
2.5	Ensayo de tensión soportada a los impulsos, seguido de un ensayo de tensión alterna.  a) Ensayo de impulsos. - Condiciones: calentar la muestra hasta que el conductor alcance una temperatura entre 5°C y 10°C, por encima de la temperatura máxima de servicio normal.		IEC 60 502-2, apartado 18.1.7

(Continúa)

Tabla 11

Tabla 10 (fin)

Ensayos de Tipo (Eléctricos)

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor de los impulsos</li> <li>- Número de impulsos: <ul style="list-style-type: none"> <li>10 de tensión positiva</li> <li>10 de tensión negativa</li> </ul> </li> <li>b) Ensayo de tensión alterna <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones: a temperatura ambiente</li> <li>- Tensión en ensayo: 3,5 U<sub>0</sub></li> <li>- Duración: 15 min</li> </ul> </li> </ul>	<p>Tensión asignada kV: 12/20 y 18/30</p> <p>Tensión ensayo kV: 125 y 170</p> <p>No debe producirse perforación.</p> <p>Tensión asignada kV: 12/20 y 18/30</p> <p>Tensión ensayo kV: 42 y 63</p> <p>No debe producirse perforación.</p>	<p>UNE HD 605 apartado 3.2.1.1</p>
2.6	<p>Ensayo de alta tensión en c.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor de la tensión: 4 U<sub>0</sub></li> <li>- Duración del ensayo: 4 h</li> </ul>	<p>No debe producirse perforación.</p>	<p>UNE HD 605, apartado 3.2.1.1</p>
3	<p>Ensayo de larga duración</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Duración: no debe ser menor de 17.500 h</li> <li>- Tensión 2,5 U<sub>0</sub></li> <li>- Temperatura (30±5)°C</li> <li>- Aplicación de agua en el conductor y pantalla</li> </ul>	<p>UNE HD 605, apartado 5.4.11</p>	
4	<p>Resistividad de las pantallas semiconductoras</p>	<p>Inferior a:</p> <p>5000 Ω.cm a 20°C</p> <p>25000 Ω.cm a 105°C</p>	<p>UNE HD 605, apartado 3.9.1</p>
5	<p>Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior</p>	<p>No debe producirse perforación</p>	<p>UNE 21 143 apartado 3.1 (Inmersión en agua)</p>
6	<p>Resistencia del conductor</p>	<p>UNE 21 022</p>	<p>UNE HD 605, apartado 3.1.1</p>
7	<p>Resistencia eléctrica de la pantalla metálica</p>	<p>No mayor a 1,24 Ω/km a 20°C</p>	<p>UNE HD 605, apartado 3.1.1</p>

\* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

\*\* La medida de la tg δ pueda efectuarse sobre una muestra diferente de la utilizada en la secuencia normal de los ensayos relacionados en el punto 2 de esta tabla.





Tabla 11 (Continuación)

Ensayos de Tipo (No Eléctricos)

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
6	Ensayo sobre la cubierta exterior		
6.1	Espesor	Apartado 4.2.5	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.2
6.2	Características mecánicas a) Sin envejecimiento b) Después del envejecimiento en estufa de aire	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.2 UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.1.3
6.3	Pérdida de masa en estufa de aire	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/2, apartado 8.2
6.4	Ensayo de presión a temperatura elevada	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/1, apartado 8.2 (coeficiente $K=0,7$ )
6.5	Ensayo de alargamiento a baja temperatura	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/4, apartado 8.4
6.6	Ensayo de contracción	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/3, apartado 11
6.7	Ensayo de resistencia al desgarrar	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.2.2.3
6.8	Ensayo de resistencia a la abrasión	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.4.22
6.9	Absorción de agua (Ensayo gravimétrico)	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/3, apartado 9.2
6.10	Contenido de metales pesados, plomo	Tabla 9	Espectrofotómetro
6.11	Bajo grado de acidez de los gases de combustión	Tabla 9	UNE EN 50 267-2/3
6.12	Pérdidas de las características mecánicas	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.4.23
7	Ensayo sobre el cable completo		
7.1	Compatibilidad de los componentes del ensayo  - Fuerza de separación  - Resistividad de las pantallas semiconductoras	Entre 0,5 daN y 2,5 daN Menor de: 5000 $\Omega \cdot \text{cm}$ a 20°C 25000 $\Omega \cdot \text{cm}$ a 105°C	UNE HD 605, apartado 2.4.12.4 UNE HD 605, apartado 2.2.8.2 UNE HD 605, apartado 3.9.1
7.2	Envejecimiento sobre el cable completo	Tabla 9	UNE EN 60 811/1-1, apartados 9.1 y 9.2 UNE EN 60 811/1-2, apartado 8.1.4

\* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

## 9.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad implantado en fábrica y de la relación Iberdrola Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

En principio se realizarán los ensayos indicados a continuación.

### 9.2.1 Ensayos individuales

Se realizarán sobre todas las piezas de cables y serán los indicados en la tabla 12.

Tabla 12  
Ensayos individuales

N°	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Resistencia del conductor  Muestra - Pieza a expedir	UNE 21 022	UNE HD 605, apartado 3.1.1
2	Ensayo de tensión sobre el cable completo:  - Muestra: Pieza a expedir  - Tensión de ensayo: 3,5 U <sub>0</sub>  - Duración del ensayo: 5 min cada cable	UNE HD 620-9E, tabla 3 del Anexo.  No debe producirse perforación	UNE HD 605, apartado 3.2.1.1
3	Ensayo de descargas parciales - Muestra: Pieza a expedir - Magnitud de las descargas - Tensión del ensayo: 1,73 U <sub>0</sub>	Valor medido: $\leq 10$ pC	UNE 21 175-3
4	Resistencia eléctrica de la pantalla metálica - Muestra: Pieza a expedir	No mayor a 1,24 $\Omega$ /km a 20°C	UNE HD 605, apartado 3.1.1
5	Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior  - Muestra: Pieza a expedir	No debe producirse perforación	UNE 21 143, apartado 3.2  La tensión del ensayo será de 15 kV a.c. o 25 kV d.c. Tiempo mínimo de permanencia del cable los electrodos de ensayo: 0,1 s

\* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

### 9.2.2 Ensayos especiales

Se realizarán sobre una muestra de cable y serán los indicados en la tabla 13.

Tabla 13  
Ensayos sobre muestra

N*	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Ensayo sobre aislamiento		
1.1	Espesor de aislamiento	El valor nominal debe ser superior o igual al valor declarado por el fabricante	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.1
1.2	Características mecánicas sin envejecimiento	Tabla 7	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.1
1.3	Ensayo de alargamiento en caliente	Tabla 7	UNE EN 60 811-2/1, apartado 9
1.4	Ensayo de tensión de larga duración: Longitud muestra > 5m - Duración del ensayo: 4 h - Tensión del ensayo: 4U <sub>0</sub>	No debe producirse perforación	UNE HD 605, apartado 3.2.1.1
2	Ensayo sobre la pantalla semi-conductora		
2.1	Ensayo de separación	Fuerza de separación entre 0,5 daN y 2,5 daN	UNE HD 605, apartado 2.2.8.2
3	Ensayo sobre la pantalla metálica		
3.1	- Dimensiones - Área nominal de la sección (geométrica) - Espacio entre alambres - Paso de los alambres y la cinta	Apartado 4.2.4	
4	Ensayo sobre la cubierta exterior		
4.1	Espesor	Apartado 4.2.5	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.2
4.2	Características mecánicas sin envejecimiento	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.2
4.3	Ensayo de presión a temperatura elevada	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/1, apartado 8.2
4.4	Ensayo de resistencia al desgarro	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.2.2.3

\* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

Si el comprador lo solicita, se efectuarán los ensayos 1.1, 1.3, 3.1 y 4.1, limitándose el número de piezas a ensayar al 10% del número total de piezas del pedido.

Previo acuerdo entre el fabricante y el comprador se realizarán todos los ensayos sobre una muestra, siempre que el pedido supere los 15 Km.

## Anexo A (Normativo)

## **Suministro: cierre de las bobinas**

### **A.1 Generalidades**

Aún cuando en la norma se establece que el cierre de las bobinas se realice mediante duelas de madera, Iberdrola podrá admitir otros sistemas.

Para la aprobación de un determinado sistema, el fabricante del cable o, en su caso, el fabricante del sistema de cierre, presentará su o sus alternativas a Iberdrola quien, en caso de que a su juicio sea satisfactorio, lo autorizará y lo incluirá expresamente en la norma NI del cable correspondiente, tal y como a continuación se indica.

#### **A.1.1 Sistemas alternativos aprobados**

##### **A.1.1.1 Sistemas de láminas de fibras de madera (Nolco Flex).**

Constituido por láminas de fibras de madera protegidas con plástico exteriormente, este embalaje resulta hidrófugo y cumple las siguientes características:

- resistencia a la penetración  $> 350 \text{ daN/cm}^2$ .
- resistencia a la flexión  $> 14 \text{ N/mm}^2$ .
- resistencia a la compresión: reducción máxima del espesor de la lámina en un 50% cuando se aplican  $15 \text{ daN/cm}^2$ .



2011



# Cables y Accesorios para Media Tensión

Adaptado al Reglamento de Líneas de Alta Tensión  
(R.D. 223/2008)

2011

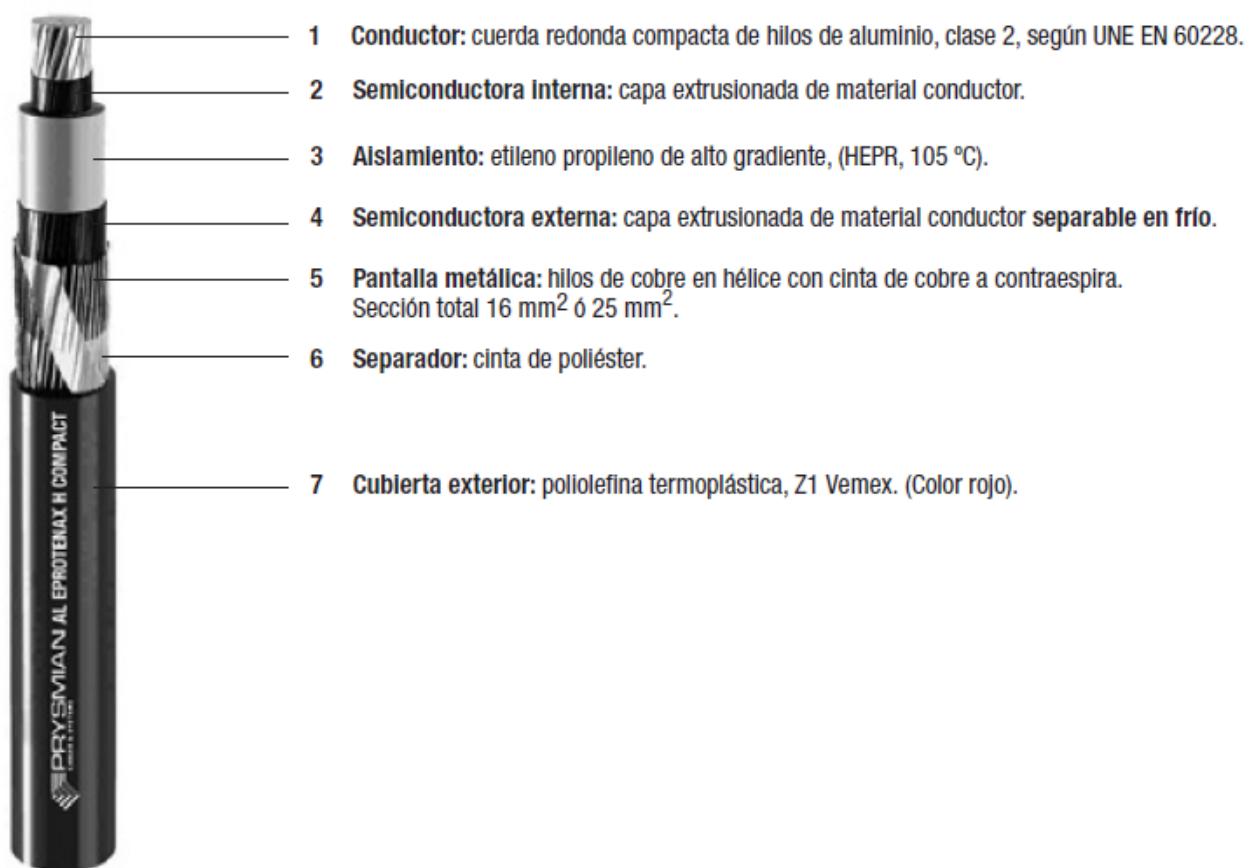
Cables y Accesorios para Media Tensión



## TECNOLOGÍA COMPACT EN CABLES EPROTENAX

La conjunción entre la alta tecnología empleada en la elaboración de los cables de Alta Tensión y la larga experiencia de Prysmian Cables y Sistemas en la formulación de mezclas especiales de EPR han permitido la creación de un aislamiento de aplicación en la Media Tensión a base de Etileno-Propileno de Alto Módulo (HEPR) capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de EPR, sino incluso superarlas. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105 °C, estos cables tienen la posibilidad de transmitir más potencia que cualquier otro cable de la misma sección. Además, sus menores dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).



## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

AL HEPRZ1

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/25 (1)	20020826	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1x150/25 (1)	20996810	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1x240/25 (1)	20996811	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1x400/25 (1)	20996808	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1x630/25 (1)	20993046	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

# DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR IBERDROLA) AL HEPRZ1

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/25 (1)	20020826	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1x150/25 (1)	20996810	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1x240/25 (1)	20996811	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1x400/25 (1)	20996808	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1x630/25 (1)	20993046	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> ) 18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130 4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130 4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130 4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130 4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130 4630
1x630/16 (2)	590	615	905	59220	3130 4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K-m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV 18/30 kV	12/20 kV 18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132 0,217	0,147 0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118 0,129	0,283 0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110 0,118	0,333 0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102 0,109	0,435 0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096 0,102	0,501 0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090 0,095	0,614 0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo



## EQUIVALENCIAS ENTRE DESIGNACIONES PRYSMIAN PARA CABLES EPROTENAX COMPACT Y DESIGNACIONES UNE

EPROTENAX COMPACT	FORMACIÓN	PANTALLA	ARMADURA	DENOMINACIÓN UNE	
				CAMPO NO RADIAL (1)	CAMPO RADIAL
H	Unipolar	Sí	No	—	HEPRZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
FA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Flejes aluminio	No existe actualmente designación UNE para estos cables. Se recomienda designarlos según lo explicado en la página anterior.	
F <sup>1</sup>	Tripolar	No	Flejes acero		
HFA	Unipolar	Sí	Flejes aluminio		
HF	Tripolar	Sí	Flejes acero		
MA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
M <sup>1</sup>	Tripolar	No	Alambres de acero		
HMA	Unipolar	Sí	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
HM	Tripolar	Sí	Alambres de acero		
P <sup>1</sup>	Unipolar o Tripolar	Con tubo de plomo			
HP <sup>3</sup>		Con tubo de plomo y apantallado individual			
O <sup>1</sup>		Con pantalla conjunta			

(1) Sólo para cables de 1,8/3 kV y 3,6/6 kV de tensión nominal.

(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.

3) Para tensiones superiores a 3,6/6 kV.

Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la Norma IEC 60502 para los cables de tensión nominal superior a 1000 V.

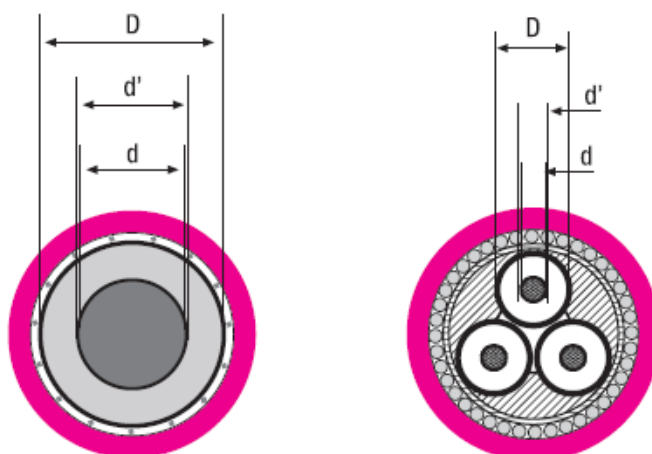
Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

## DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES EPROTENAX COMPACT (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm <sup>2</sup>	d Cuerda mm	d' Semic. Int. mm	D bajo aislamiento (unipolar y tripolar)						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Conductor de Cu									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	15,1	17,9	21,1	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	16,9	19,5	21,9	25,5
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	18,6	21,2	23	26
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	26,9	22,7	24,5	26,9
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	21,5	23,9	25,5	27,7
185	16	17	20	22	23,8	23,2	25,6	27	29
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	26,5	28,7	30,3	32,5
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	35,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,1	35,1	36,9
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	35	37,2	39,2	41

Conductor de Al									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	14,9	17,7	20,9	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	16,8	19,4	21,8	25,4
95	11,2	12,2	15,2	17,2	19	18,2	20,9	22,6	25,7
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	26,5	22,3	24,1	26,5
150	14	15	18	20	21,8	21,2	23,8	25,2	27,6
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	23,3	25,7	27,1	29,1
240	17,9	19,3	21,9	24,5	26,1	25,7	28	29,5	31,8
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	34,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,2	35,1	37
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	34,9	37,1	39,1	40,9



Nota: los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact.

## TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

TABLA I

Características mecánicas, físicas y químicas mínimas de la goma etileno propileno de alto módulo (HEPR), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE-HD 620-9E.

Características	Unidad	HEPR
<b>Mecánicas</b>		
Valores en estado inicial:		
- Carga rotura mínima	N/cm <sup>2</sup>	850
- Alargamiento mínimo	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	N/cm <sup>2</sup>	450
Después de envejecimiento en estufa de aire:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	150
Duración	h	168
Variación del valor inicial admitido:		
- Carga de rotura	%	± 30
- Alargamiento	%	± 30
<b>Físicas</b>		
a) Absorción de agua:		
- Método ponderal:		
Temperatura	°C	100
Duración	h	24
- Variación de masa admitida	mg/cm <sup>2</sup>	3
b) Ensayo de resistencia al ozono:		
-Concentración de ozono, en volumen	%	0,025 a 0,030
-Duración del ensayo sin aparición de grietas	h	30
<b>Químicas</b>		
Comprobación de la reticulación:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	200
Tiempo bajo carga	mín.	15
Esfuerzo mecánico	N/cm <sup>2</sup>	20
- Alargamiento máximo bajo carga	%	175
- Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	%	15

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE EN 60811.

TABLA II

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX  $\equiv$  DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Mecánicas</b>			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12.50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110 $\pm$ 2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	$\pm$ 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100 $\pm$ 2	100 $\pm$ 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	$\pm$ 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	$\pm$ 25	-
<b>Físico-Químicas</b>			
a) Pérdida de masa			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100 $\pm$ 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima:	mg/cm <sup>2</sup>	1.5	0.5
b) Presión a temperatura elevada			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	90	115 $\pm$ 2
Duración	h	6	6
Coefficiente k	-	0.7	0.7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 $\pm$ 2
Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarro (con corte)			
Tratamiento: Temperatura	°C	20 $\pm$ 5	20 $\pm$ 5
- Resistencia mínima	N/mm <sup>2</sup>	10	24
e) Contracción a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 $\pm$ 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

TABLA II (CONTINUACIÓN)

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX = DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Físico-Químicas</b>			
f) Resistencia a la abrasión Tratamiento: Temperatura Masa aplicada Velocidad - Mínimo número de desplazamientos	°C kg m/s -		20 ± 5 36 0.3 ± 15% 8
g) Absorción de agua (método gravimétrico) Tratamiento: Temperatura Duración - Variación máxima de masa	°C h mg/cm <sup>2</sup>	85 ± 2 336 5	85 ± 2 336 0.5
h) Contenido en metales pesados - Contenido en plomo	%	>1	<0.5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad) - Valor mínimo de pH - Valor máximo de la conductividad	pH μS/mm	3 100	4,3 10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie - Variación máxima de la resistencia a la tracción. - Variación máxima del alargamiento	% %	25 25	15 15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 (PVC) especificado en la Norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en la UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE 60811.

(\*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

TABLA III

Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20°C en Ω/km.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx Ω/km		Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio		Cobre desnudo	Aluminio
10	1.830	-	120	0.153	0.253
16	1.150	1.910	150	0.124	0.206
25	0.727	1.200	185	0.0991	0.164
35	0.524	0.868	240	0.0754	0.125
50	0.387	0.641	300	0.0601	0.100
70	0.268	0.443	400	0.0470	0.0778
95	0.193	0.320	500	0.0366	0.0605

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo a la norma UNE EN 60228. Los diámetros de las cuerdas son aproximados.



TABLA VII

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).







TABLA VIII

Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

TABLA IX

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) sin armadura.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
Conductores de Al						
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.

(2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.

(3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.

(4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.

(5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.

(6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 105

TABLA X

Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	9.4	11.0	-	-	-	-	-
16	10.3	11.9	12.8	-	-	-	-
25	11.5	13.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.6	14.2	15.0	17.2	16.8	-	-
50	13.9	15.5	16.3	18.5	18.1	19.5	21.9
70	15.5	17.1	17.9	20.1	19.7	21.1	23.5
95	17.6	18.8	19.6	21.8	21.4	22.8	25.9
120	19.1	20.3	21.1	23.3	22.9	24.3	26.7
150	20.3	21.5	22.3	24.5	24.1	25.5	27.9
185	22.0	23.2	24.4	26.6	26.2	27.6	30
240	25.1	26.3	27.1	29.3	28.9	30.3	32.7
300	27.5	28.2	29.0	31.2	30.8	32.2	34.6
400	29.9	30.7	31.5	33.7	33.3	34.7	37.3
500	34.2	35.0	34.8	37.0	37.6	38	41,2

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

## INSTALACIÓN ENTERRADA

1 – Cables enterrados en terrenos con temperatura del mismo distinta de 25 °C:

### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Temperatura de servicio, $\theta_s$ , en °C	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Vitalene)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78



## 2 - Cables enterrados directamente o en conducciones en terrenos de resistencia térmica diferente a 1,5 K-m/W.

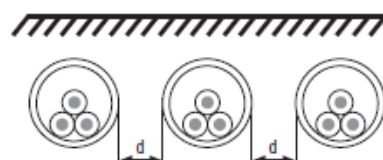
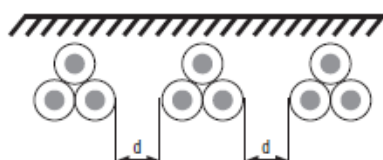
## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K-m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

## 3 - Cables trifásicos o ternas de cables agrupados bajo tierra.

## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	—
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	—	—	—
Cables bajo tubo	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	—
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	—	—	—	—



## Conector separable FORMFIT PMA-2 , PMA-4 , PMR-2 , PMR-4

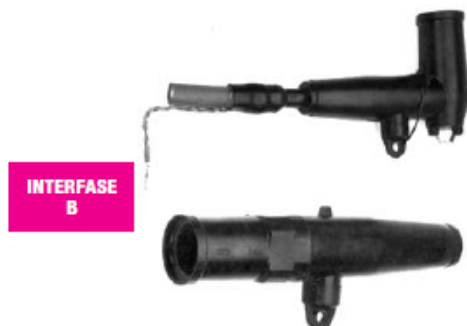
### DESCRIPCIÓN

TERMINAL ENCHUFABLE 400 A, (hasta 12/20 kV o 18/30 kV)

Tipos:

- Acodados PMA-2 hasta 12/20 kV.
- Acodados PMA-4 hasta 18/30 kV.
- Rectos PMR-2 hasta 12/20 kV.
- Rectos PMR-4 hasta 18/30 kV.

Ref.norma: HD-628 ; HD-629; EN 50181.  
Adaptable en interfase tipo B S/EN-50181.



### COMPONENTES

#### 1- DISPOSITIVO DE FIJACIÓN:

Dispositivo de acero inoxidable que fija el terminal a otros accesorios.

#### 2- PANTALLA SEMICONDUCTORA INTERNA:

Protección semiconductora EPDM que actúa como una jaula de Faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.

#### 3- PIEZA DE CONTACTO:

Varilla de cobre para la conexión del conductor al equipo.

#### 4- OJAL DE TOMA-TIERRA:

Permite conectar la semiconductora externa del conector a la pantalla del cable.

#### 5- DIVISOR CAPACITIVO DE TENSIÓN:

Permite comprobar la ausencia de tensión en el cable antes de la desconexión de la borna.

#### 6- CAPA SEMI-CONDUCTORA EXTERNA:

Capa semiconductora premoldeada (EPDM) diseñada para dar continuidad a la pantalla del cable. Su conexión a la misma asegura que el conjunto se mantiene al potencial de tierra.

#### 7- CUERPO AISLANTE:

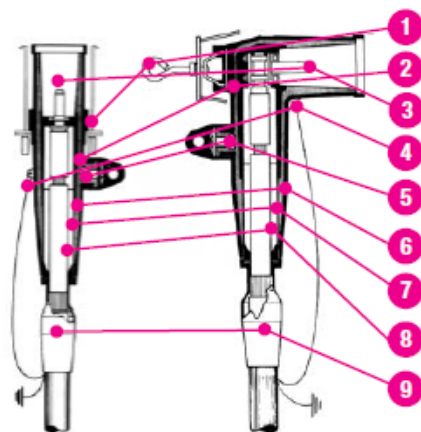
Premoldeado aislante (EPDM) para la reconstitución integral del aislamiento. Mantiene una presión de contacto uniforme entre el reductor y el aislamiento del cable.

#### 8- REDUCTOR:

Premoldeado (EPDM) que permite la total adaptación del accesorio a las diferentes secciones y tensiones de los cables.

#### 9- PROTECTOR TOMA TIERRA:

Componente (EPDM) que asegura la estanquidad y protege la toma de tierra.



PMR - 2 - 400 / 24	PMA - 2 - 400 / 24
PMR - 4 - 400 / 36	PMA - 4 - 400 / 36

### CARACTERÍSTICAS

TERMINAL PMR-2-4/400/24 ó 36: La conexión se efectúa mediante un único contacto de cobre o bimetálico, engastado al conductor que constituye el propio vástago que se enchufa al pasatapas.

TERMINAL PMA-2-4/400/24 ó 36: Se utilizan dos piezas de contacto: una de cobre o bimetálica engastada al conductor y otra "universal", roscada a la anterior, que constituye el vástago que se enchufa al pasatapas.

## Conector separable FORMFIT PMA-2 , PMA-4 , PMR-2 , PMR-4

### APLICACIÓN

Diámetro sobre aislamiento (mm)		Tamaño del Reductor	Sección mm <sup>2</sup>	Tensión				
Mín.	Máx.			6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 k	18/30 kV
15.7	17.7	X	35	--	--	A	--	R
17.1	19.1	Y	50	X	Y		B	
18.4	20.5	Z	70	Y	Z	B	R	
19.9	21.9	A	95	Z	A	R	S	S
21.4	23.5	B	120	A	B			
23.2	28.7	R	150	B	R			
27.6	33.1	S	185	R	S	S	J	
31.8	35.3	H	240			S		S
35	44	J						

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión				
	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
35	—	—	PMA-2-35/24	—	PMA-4-35/36
50	PMA-2-50/12	PMA-2-50/17,5	PMA-2-50/24	PMA-4-50/30	PMA-4-50/36
70	PMA-2-70/12	PMA-2-70/17,5	PMA-2-70/24	PMA-4-70/30	PMA-4-70/36
95	PMA-2-95/12	PMA-2-95/17,5	PMA-2-95/24	PMA-4-95/30	PMA-4-95/36
120	PMA-2-120/12	PMA-2-120/17,5	PMA-2-120/24	PMA-4-120/30	PMA-4-120/36
150	PMA-2-150/12	PMA-2-150/17,5	PMA-2-150/24	PMA-4-150/30	PMA-4-150/36
185	PMA-2-185/12	PMA-2-185/17,5	PMA-2-185/24	PMA-4-185/30	PMA-4-185/36
240	PMA-2-240/12	PMA-2-240/17,5	PMA-2-240/24	PMA-4-240/30	PMA-4-240/36

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión				
	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
35	—	—	PMR-2-35/24	—	PMR-4-35/36
50	PMR-2-50/12	PMR-2-50/17,5	PMR-2-50/24	PMR-4-50/30	PMR-4-50/36
70	PMR-2-70/12	PMR-2-70/17,5	PMR-2-70/24	PMR-4-70/30	PMR-4-70/36
95	PMR-2-95/12	PMR-2-95/17,5	PMR-2-95/24	PMR-4-95/30	PMR-4-95/36
120	PMR-2-120/12	PMR-2-120/17,5	PMR-2-120/24	PMR-4-120/30	PMR-4-120/36
150	PMR-2-150/12	PMR-2-150/17,5	PMR-2-150/24	PMR-4-150/30	PMR-4-150/36
185	PMR-2-185/12	PMR-2-185/17,5	PMR-2-185/24	PMR-4-185/30	PMR-4-185/36
240	PMR-2-240/12	PMR-2-240/17,5	PMR-2-240/24	PMR-4-240/30	PMR-4-240/36

#### NOTAS:

1. Especificar la denominación HEPR cuando el cable sea HEPRZ1. Ejemplo: PMA-2-150/24 A1 HEPR.
2. Especificar si el conductor es de Aluminio. Ejemplo: PMA-2-150/24 A1.

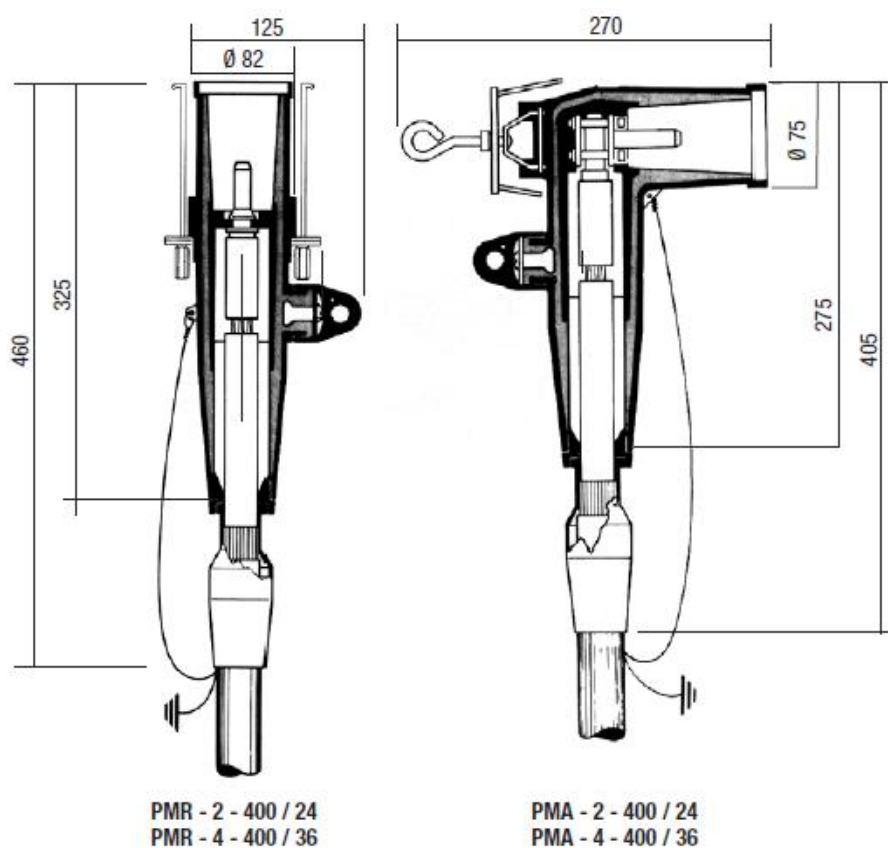
**IMPORTANTE:** Estos Terminales Enchufables son aptos para ser utilizados en cables aislados en papel impregnado, utilizando el kit de adaptación CPI-400.

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 41 y 65 para cables Eprotenax y Voltalene respectivamente.



## Conector separable FORMFIT PMA-2 , PMA-4 , PMR-2 , PMR-4

### COTAS



## **ANEXO 6**

**GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS AT Y BT  
CANALIZACIÓN Y TENDIDO MECANIZADO EN ZONA URBANA**


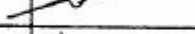
## **GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS AT Y BT CANALIZACIÓN Y TENDIDO MECANIZADO EN ZONA URBANA**

---

**NORMATIVO:** ☐

**INFORMATIVO:** ☒

**Promotor :**        **INSIS-NOTEC**

ORGANISMO	FECHA	FIRMA	ORGANISMO	FECHA	FIRMA
			NOTEC	27/07/22	
			INSIS	27/07/22	

# GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS DE AT Y BT CANALIZACIÓN Y TENDIDO MECANIZADO EN ZONA URBANA

## ÍNDICE

		Página
0	INTRODUCCIÓN .....	3
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	3
2	TIPOS DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJAS.....	3
3	PROYECTO .....	5
3.1	Legislación vigente .....	6
3.2	Definición del trazado.....	6
3.3	Reconocimiento del subsuelo .....	6
3.4	Imagen del suelo.....	6
3.5	Existencia de puntos singulares .....	14
3.6	Trazado definitivo .....	14
3.7	Longitud de los cables .....	14
4	TÉCNICAS DE TENDIDO.....	14
4.1	Técnicas de tendido en la tecnología sin zanja.....	14
4.2	Máquina de tendido.....	15



4.3	Tendido .....	15
5	CONTROL Y RECEPCIÓN DE LA OBRA .....	15

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

El sistema de taladro guiado Jet Trac de la firma Ditch Witch  
El sistema de perforación controlada de GRUNDO  
El sistema de Underground Research & Maurer Engineering

### **Anexo 2**

GEOTEC- Estudios y realización de estudios geotécnicos.  
RADIODETECTION - Sistema de información para el control de la  
perforación guiada

## 0 INTRODUCCIÓN

El sistema es muy interesante, y en algunos casos (como cruces de ferrocarriles y vías muy principales) imprescindible, pero no debemos considerarlo como aplicable de forma habitual, dada su complejidad, especialmente la cantidad de espacio de la vía pública a invadir por la maquinaria durante la realización de la obra. Se hace constar con el fin de evitar posteriores problemas referentes a una exigencia indiscriminada, por parte de la Administración, en todas las canalizaciones, sin tener en cuenta las características que lo hagan aplicable o no.

Actualmente no existe un Reglamento sobre “Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en redes subterráneas de alta tensión”, si hay un anteproyecto pendiente de someter a Información Pública por parte de la Administración, en este trámite habrá que solicitar se introduzcan algunas modificaciones para que este método de instalación quede incluido, principalmente en lo que se refiere a la señalización de cables y al relleno de las zanjas; también será necesario revisar la profundidad de tendido.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este MTDYC es un complemento de los MTDYC's 2.31.01 y 2.51.01 “Proyectos Tipo de líneas subterráneas de AT y BT”, en el que se establecen los criterios y procedimientos a seguir en la canalización sin apertura de zanjas y tendido mecanizado de cables subterráneos de AT y BT en zona urbana.

## 2 TIPOS DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJAS

Los sistemas mecánicos para la instalación de cables subterráneos sin apertura de zanjas son conocidos desde hace varios años, pero fue la aparición de los equipos electrónicos de detección de alta precisión lo que permitió que el uso de los topos dirigibles se convirtiera en un método habitual para el tendido de cables sin apertura de zanjas.

Actualmente existen diversos métodos para el tendido de cables sin apertura de zanjas pero Iberdrola ha seleccionado el siguiente :

**2.1 TOPO ELECTRÓNICO DIRIGIDO:** Es el método más preciso y también el más caro de los actualmente utilizados para la instalación de cables subterráneos sin apertura de zanjas, cuando se exige precisión de salida y/o se trata de perforaciones de más de 50 m o en tendidos con ligeras curvas, una máquina dirigida es una gran ventaja.

El topo en su avance se deja controlar y dirigir en perforaciones bajo agua, cruces, largas perforaciones, grandes cruces de carretera, carreteras anchas y terraplenes.

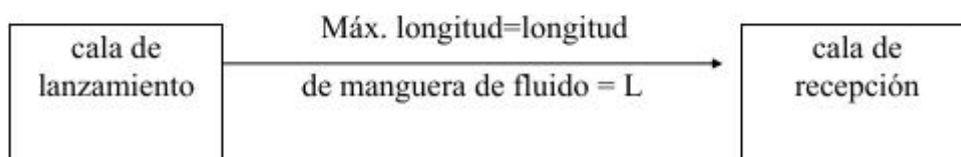
En algunos casos la cabeza perforadora es un yunque de caras inclinadas con un chorro de fluido orientable, en otros es una cabeza perforadora especial con una superficie dirigible, la cual transforma el esfuerzo en ablandar el terreno que se le opone. Cuando se quiere mantener una línea recta, basta con tener la cabeza perforadora en continua rotación. Un continuo control de la perforación es necesario para mantener la dirección y profundidad necesarias.

La información sobre la situación, inclinación y posición de la superficie dirigible de la cabeza perforadora es dada por un emisor situado en la misma al receptor de la superficie.

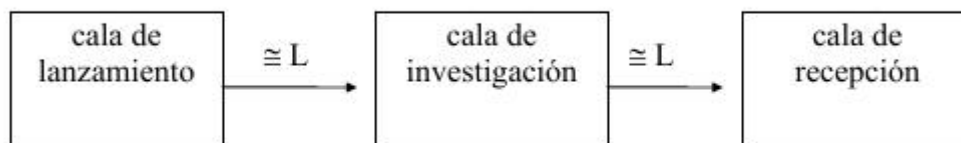
Cuanto mejor sea la información, mejor se podrá reconducir, por eso si las grandes desviaciones son evitadas, el trazo será rectilíneo.

Muchos de estos sistemas de perforación dirigida realizan primero una perforación piloto (guía), y una vez alcanzado el objetivo, es cuando, por medio de un cono expansivo o cabeza fresadora, al retroceder por la perforación piloto, ensancha la perforación al tamaño y forma deseados, a la vez que tiende el tubo. La cabeza perforadora y las consiguientes barras perforadoras a utilizar dependerán de la naturaleza del terreno y del género y calidad de los tubos a tender. Existen distintas posibilidades para la compresión o extracción del terreno, con o sin auxilio de líquido, de manera estática o dinámica o una combinación de ambas, el procedimiento adecuado dependerá de la diferente densidad terreno.

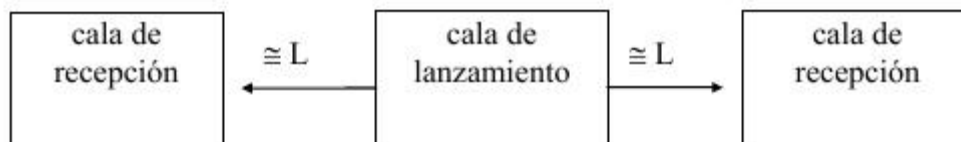
El topo puede operar de diversas maneras, a continuación se describen tres formas



Esquema 1.- Método tradicional



Esquema 2.- Ligadura



Esquema 3.- Uso de dos topos desde un foso o cala de lanzamiento

Obsérvese que el método del esquema 3 reduce significativamente el tiempo de instalación.

Los sistemas son relativamente fáciles de utilizar, no estando reservado su funcionamiento a Empresas altamente especializadas. Los casos de inversión son demostrables y los sistemas posibilitan un rendimiento económico en las obras subterráneas.

Las principales características de los topos electrónicos dirigidos son :

**Fuente de potencia.-** La potencia básica es suministrada normalmente por un generador diesel, el cual a su vez acciona una bomba hidráulica. El par rotacional del taladro mecánico está en el intervalo de 1 a 1,6 kNm. El empuje máximo y retroceso es de 2 a 6 Tm.

**Línea taladradora.-** La línea taladradora está constituida por tramos (secciones) de tuberías de 3 m de longitud, aproximadamente.

Por término medio el diámetro del taladro piloto y los diámetros máximos de los conductos son 55 y 275 mm, respectivamente. La longitud máxima de la tubería instalada de un simple impacto oscila entre 100 y 300 m.

**Sistema de captación.-** El sistema debe ser capaz de dar información en tiempo real de la cabeza perforadora sobre:

- Posición
- El ángulo de giro
- El ángulo de inclinación.
- Profundidad.

Algunos equipos están provistos de sensores remotos y pueden suministrar datos de la temperatura de la cabeza perforadora.

**Sistema de percusión eléctrico .-** Este es un sistema que avisa y protege al operador contra descargas eléctricas involuntarias. Consiste en:

- Jaula de Faraday para operadores.
- Sensores y alarmas para corriente y tensión.

Actualmente se dispone de equipos que además de estas características poseen un martillo de impacto para utilizar en caso de condiciones de terreno duro.

En las figuras 1 y 2 se dan unos croquis del funcionamiento del sistema (equipo de perforación, perforadora, detector, zanja, tendido del tubo de polietileno, etc.).



Figura 1-Proceso de perforación



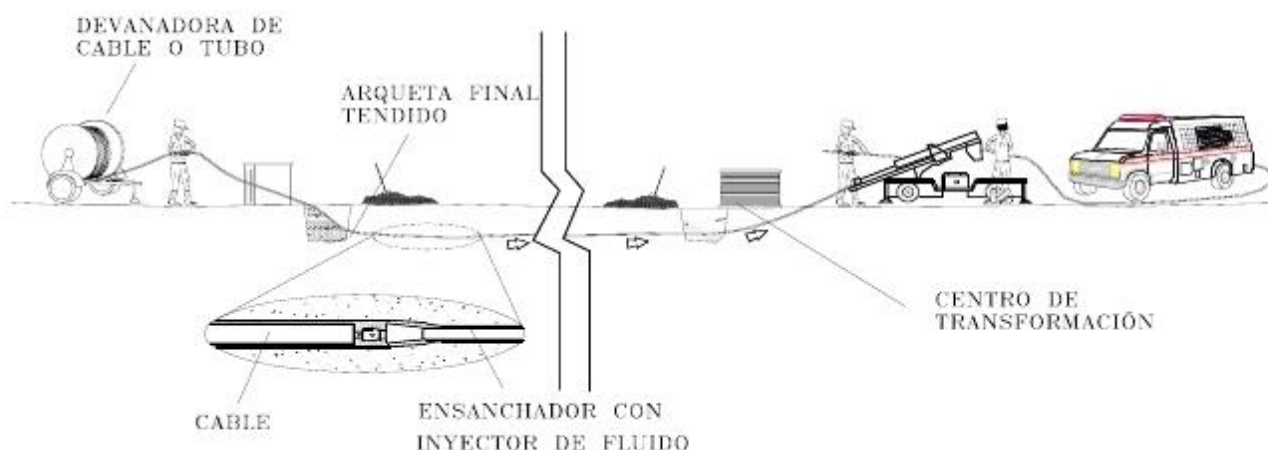


Figura 2 -Ampliación del túnel y tendido del cable o tubo

### 3 PROYECTO

Con independencia del método de instalación elegido, antes del comienzo de la obra debe realizarse un proyecto muy detallado de la obra a realizar. Es muy importante en este tipo de obra que el lugar sea exhaustivamente investigado para localizar la situación de los servicios ( de agua, gas, luz, alcantarillado, etc.) .

Se pueden emplear varias técnicas en esta fase de operación, estas deberían incluir el uso parcial o total de los elementos siguientes:

- Legislación y Normativa Vigentes.
- Planos de servicios de la zona afectada
- Recorrido del terreno para identificar emplazamientos de: agua, llaves de paso, bocas de incendios, emplazamientos de contadores, trazas de zanjas a cielo abierto, etc.
- Utilización de un equipo de localización de cables y tuberías de metal.
- Utilización de un equipo de localización de tuberías no metálicas de agua.
- Sondeo del terreno por radar.
- Excavación de calicatas de prospección

#### 3.1 Legislación vigente

Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

#### 3.2 Definición del trazado

Las canalizaciones de cables de MT, salvo en casos excepcionales, discurrirán siempre en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados; respecto a los cruces de viales, siempre que sea posible, se hará perpendicular al eje de los mismos. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a fachadas de los edificios principales, o en su defecto, a bordillos.

Inicialmente se estudiará y fijará el trazado sobre un plano a escala apropiada. En zonas urbanas se recomienda 1/200. Este trazado para que sea definitivo habrá que someterlo a un reconocimiento sobre el terreno y a un estudio del subsuelo.

### **3.3 Reconocimiento del subsuelo**

Constituye un elemento fundamental del éxito de las obras de instalación de cables subterráneos sin apertura de zanjas ya que de este factor depende la buena elección de la máquina de instalación y el tiempo de ejecución

### **3.4 Imagen del suelo**

Se realizará un perfil del subsuelo a una profundidad de alrededor de 1,10 m, localizando con precisión en todo tipo de terreno, todo objeto u obstáculo enterrado, con el fin de conocer mejor la naturaleza del subsuelo. Para el desarrollo de esta tarea y con el fin de que los trabajos de restauración sean rápidos y discretos se recurrirá a las técnicas de:

- excavaciones reducidas
- perforación horizontal dirigida

**3.4.1 Métodos de reconocimiento del suelo.-** Los métodos y medios con los que se cuenta son:

#### **a) Visita in-situ :**

- Observación local del terreno
- Pedir información a las autoridades del lugar, a nuestro personal de explotación de la Zona y a las empresas y colectividades implantadas en el área
- Estudio del mapa geológico

#### **b) Los sondeos mecánicos :** Permiten conocer puntualmente el subsuelo

- Muestras de sondeo
- Excavadora mecánica
- Barrena motorizada o a mano
- El penetrómetro (aparato de reconocimiento geotécnico in-situ)

#### **c) Los medios geofísicos :**

La geofísica mide un parámetro físico que suele corresponder a las variaciones de naturaleza del subsuelo o a estructuras geológicas. A continuación se expone un resumen de los métodos más utilizados por las compañías eléctricas y de telecomunicación, en la tecnología sin zanjas:

**Método sísmico:** Este método está basado en la propagación de las ondas en la tierra, esta propagación depende de las propiedades de elasticidad del terreno :

**cuanto más compacto es un terreno,  
mayor es la velocidad de propagación.**

El método sísmico consiste pues en medir los tiempos que tarda una onda en atravesar un terreno.

La sísmica de refracción, se basa en la medida de la velocidad de una onda de choque que se propaga en las capas sucesivas del subsuelo. Los procedimientos de tipo refracción sísmica dan una “imagen” de las distintas capas de terreno por reflexión de ondas en las superficies de contacto o en las discontinuidades.

En teoría, la onda se propaga en línea recta. No obstante cambia de dirección cuando cambia la naturaleza del terreno,

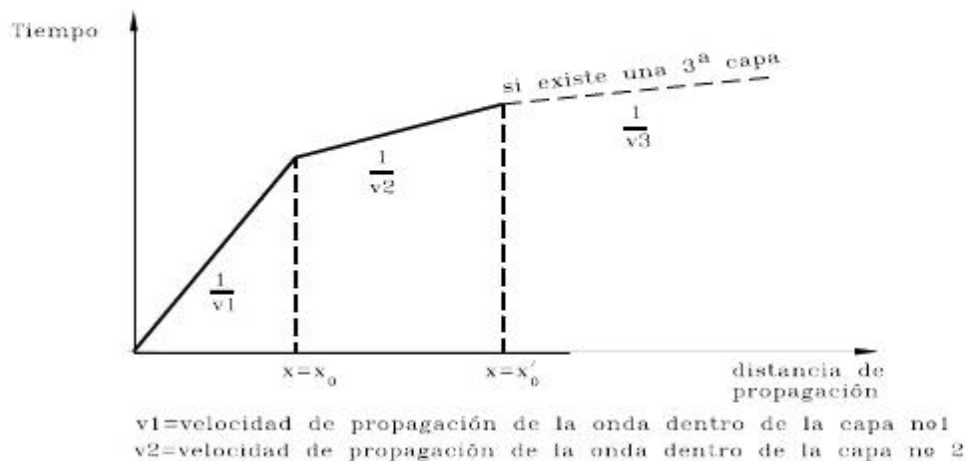


Figura 3 - Curva Tiempo-distancia

En la práctica, el material necesario para esta medida es un sismómetro, un geófono, una masa y una placa metálica.

El sismómetro medirá el tiempo transcurrido entre el impacto de la masa en la placa y la recepción de la onda a una distancia  $x_0$  (1m, 2m, 3m, ..) por un geófono.

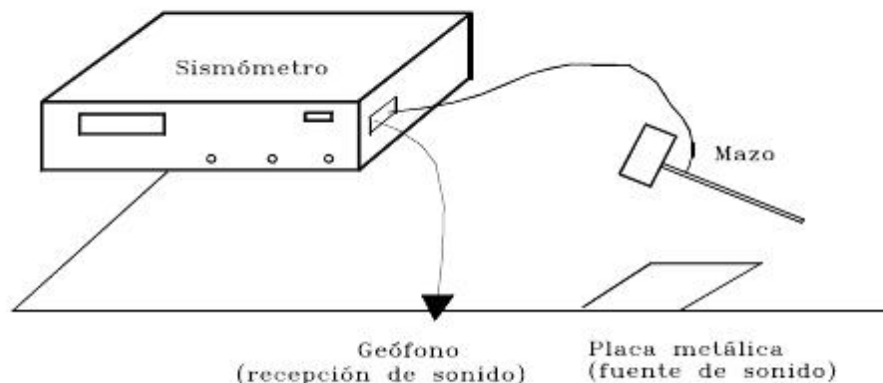


Figura 4- Equipo de medida

NOTA.- Este método es el utilizado por la dirección General de Telecomunicaciones francesa y es recomendado en su especificación técnica DPR 490 del 18 de octubre de 1982 titulada : “Utilización del método sísmico”.

La tabla siguiente es un extracto de este documento y presenta a título informativo una correlación velocidad/terreno

**Tabla 1**

Tipo de rocas	Velocidad (m/s)		Observaciones
	Posibles	Probables	
- Suelo normal	180 - 400	340	- Tipo de tierra vegetal
- Suelo sobreconsolidado	400 - 600	560	
- Suelo en bloques	350 - 700		
- Echadizo	400 - 1400	600	
- Suelo .....	1200 - 2130		
- Aluviones	300 - 450	350	- Arenas muy secas
	450 - 900	500	- Arena y grava seca
	500 - 1800	800	- Arena y grava húmeda
- Grava	1200 - 2100		
- Cementos			
- Arcillas	500 - 1200		- Presencia silex
	900 - 1800		+ agua
- Gres	750 - 1100	120	- Poco cemento
	1000 - 5000	1900	
- Pizarras blandas	1000 - 2000	1300	
- Marga	350 - 1000	650	
- Pizarra dura	1500 - 500	1800	
- Calcáreo	500 - 4000	950	- Margoso
	800 - 4500	2400	- ..... (fenómeno reflexión compacto)
	1000 - 5000	1500	
- Graneis - Gneis	500 - 2200	1200	- Alteración
	1500 - 5500	2400	
- Cuarzita	1500 - 4000		
- Yeso	900 - 1500	1100	- Alteración saneada
	1500 - 4000		
- Aire		330	
- Agua	1400 - 1700	1300	

**Medida de la resistividad:** Esta medida consiste en inyectar en el suelo, con la ayuda de 2 electrodos, una corriente eléctrica continua o asimilada con altas frecuencias (80 a 200 Hz), de intensidad continua, y medir entre otros 2 electrodos la ddp resultante. El principio consiste en que una resistividad elevada implica la existencia de una roca dura. El conocimiento de la resistividad permite determinar la dureza del terreno.

La lista siguiente muestra algunos ejemplos:

- Arcilla : algunas decenas de  $\Omega m$
- Rocas compactas : algunos miles de  $\Omega m$
- Rocas descompuestas : algunos centenares de  $\Omega m$
- Yeso : un centenar de  $\Omega m$
- Aluviones de río (sin contaminación de arcilla) : 80 a 800  $\Omega m$ .



Si se llevan a cabo tales medidas puntuales, el análisis de un perfil de gran longitud llevará mucho tiempo. Algunos especialistas han desarrollado un dispositivo, que consiste en un tractor equipado de 4 ruedas electrodos y equipado con un telurómetro que permite la medición continua.

La medida de resistividad, es una técnica fiable, pero tiene el inconveniente de que tanto la toma de datos in-situ, como la interpretación de los mismos son de larga duración.

Los medios utilizados son:

- Dispositivo con electrodo de inyección de corriente eléctrica en el suelo (sistema fiable pero la toma de datos es de larga duración).
- Medida continua: técnica que utiliza la inyección de corriente por electrodo (difícil de interpretación).
- Electromagnéticos: La radio magnetotelúrica se libera del estado y de la naturaleza de la superficie del suelo (expuesta a algunas perturbaciones parásitas).

**Método radio magnetotelúrica (RMT):** Es un emisor de radiodifusión, lejano, emite una onda electromagnética de frecuencia  $f$ . Observando en la superficie del suelo los componentes eléctrico y magnético del campo electromagnético resultante. Se deduce la resistividad aparente del subsuelo en un espesor inferior a la profundidad de penetración  $p$  de la onda (que depende de la frecuencia y de la resistividad).

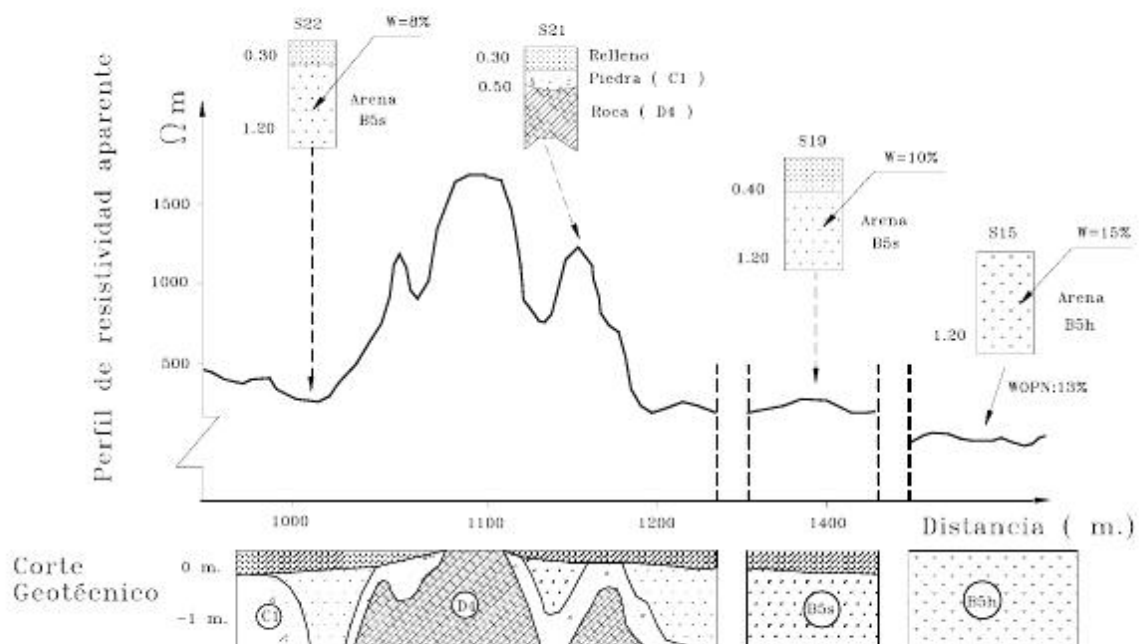


Figura 5- Ejemplo de perfil continuo de resistividad aparente obtenido por la RMT. Incluye otras informaciones geotécnicas puntuales de referencia identificadas por una sonda.

Las capacidades prácticas de este método varían entre 5 y 20 km de perfil por día. Los costes disminuyen en función de la longitud del perfil a estudiar variando de 100 pt/m (para longitudes hasta 4 km) a 70 pt/m (para longitudes >8 km) para la identificación. Si se quiere conocer la posibilidad de reutilizar en terrenos accidentados los costes hay que multiplicarlos por 1,5.

El Laboratorio Central y los Autonómicos (Regionales) de ingenieros de Caminos , han desarrollado un material de fácil empleo para el reconocimiento de los trazados.

**El radar geológico:** El uso del radar geológico está bien adaptado y da buenos resultados salvo en terreno arcilloso o en presencia de agua.

Utiliza la reflexión de las ondas electromagnéticas para la explotación de las capas superficiales del subsuelo.

Las ventajas de este son las siguientes:

- Método de investigación NO destructivo
- Medida continua (2 puntos de medida se desplazan con el aparato)
- Verdadero corte del subsuelo
- Adaptado a los estudios de la ingeniería civil
- Sistema autónomo y portátil

El inconveniente principal es que los resultados todavía son muy dependientes: de la naturaleza el subsuelo, de los obstáculos a localizar y de la experiencia del operador, lo que nos aconseja ser prudentes a la hora de encargar un trabajo y tener presente:

- La flexibilidad del método (10 a 20% de error)
- La experiencia del operador del radar es primordial
- La conveniencia de imponer una obligación de resultados

Cualquiera que sea la técnica empleada, las medidas geofísicas deben completarse con sondeos mecánicos.

Los resultados esperados de los diferentes métodos deberán presentarse en forma de perfil longitudinal geotécnico. Este perfil permitirá distinguir las zonas de los materiales de características diferentes. En la tabla 2 se da una clasificación de los terrenos.

Tabla 2

Grupo Geotécnico	Principales características	Terreno tipos
I. Terrenos movedizos o quebradizos		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tierra vegetal</li> <li>- Limo</li> <li>- Arcilla</li> <li>- Turba</li> <li>- Potasa</li> </ul>
	<p>Terrenos movedizos con posibles bloques o rocas compactas rayables con la uña o bien rocas duras alteradas o muy fracturadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluviones</li> <li>- Arena, duna, grava - Escombros</li> <li>- Morena</li> <li>- Roca alterada o muy fracturada</li> <li>- Relleno</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- Marga calcárea</li> <li>- Pizarra</li> <li>- Calcáreo margoso</li> <li>- Tiza</li> <li>- Toba (piedra)</li> <li>- Yeso</li> <li>- Asperón</li> <li>- Arcilla compacta seca</li> </ul>
II Rocas consistentes y duras		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcáreas en placas</li> <li>-</li> <li>- Calcáreas .....</li> </ul>
	<p>Rocas rayables por el acero y no resistentes al ácido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcáreas en bloques</li> <li>- Calcáreas en gres</li> <li>- Dolomita</li> <li>- Conglomerados calcáreos</li> <li>- Mármol</li> </ul>
	<p>Rocas que rayan el acero en bloques de espesor hasta 30 cm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silex</li> <li>- Pedernal</li> <li>- Mica-pizarra: y mica silicea</li> <li>- Cenizas volcánicas</li> </ul>
III. Rocas muy consistentes y abrasivas		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gres</li> <li>- Granito</li> <li>- Diorita y senita</li> <li>- Andesita</li> </ul>
	<p>Rocas que rayan el acero y resistentes al ácido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basalto</li> <li>- Obsidiana, lava</li> <li>- Cuarzita</li> <li>- Gneis</li> <li>- Conglomerado silicio</li> </ul>

A título informativo se adjunta, en el anexo 1, información sobre algunos sistemas, a utilizar en los estudios geotécnicos, de los existentes en el mercado.

### 3.5 Existencia de puntos singulares

Hay que fijar con exactitud los puntos singulares existentes en el área afectada y estudiar su repercusión en el tendido de la nueva canalización (petición de permisos a las Organismos competentes o a las compañías propietarias) y si es necesario modificar el trazado de la misma. Agrupamos estos puntos singulares en dos tipos:

Eléctricos: Cruces y/o paralelismos con otras canalizaciones eléctricas, puntos de entronque de línea aérea con subterránea, , postes de líneas aéreas de MT y BT, etc.

Físicos: Emplazamiento de obstáculos y de condicionamientos-obstáculos técnicos: cruces y/o paralelismos con ferrocarriles, calles, carreteras, cables de telecomunicación, canalización de agua y gas, alcantarillado, depósito de carburante, etc.

### 3.6 Trazado definitivo

Tomando como base el perfil longitudinal geotécnico obtenido con el proceso anterior y según la naturaleza de los terrenos encontrados y teniendo en cuenta los puntos singulares se fijará el trazado definitivo y la profundidad de tendido. Puede darse el caso que la existencia de obstáculos obliguen a diferentes profundidades de tendido.

**(En este párrafo hay que reconsiderar el tratamiento que se le da a estos tendidos dentro del proyecto tipo y del futuro Reglamento Dicha profundidad no debe ajustarse necesariamente a la fijada en el Proyecto Tipo, en el futuro Reglamento y las Ordenanzas Municipales).** La profundidad de tendido no influye significativamente en la intensidad de corriente admisible por el conductor.

### 3.7 Longitud de los cables

El paso siguiente es determinar la longitud de los cables en las bobinas y el sentido de tendido teniendo en cuenta los puntos singulares del trazado. En las normas particulares de cada cable se dan las longitudes y tipo de bobina normalizados.

## 4 TÉCNICAS DE TENDIDO

### 4.1 Técnicas de tendido en la tecnología sin zanja

Será a decidir por el director de obra y dependerá de las características de la zona, naturaleza y densidad del terreno, longitud de la zona a cruzar, etc. Existen dos posibilidades :

- Instalación previa del tubo y posteriormente tender el cable ó
- Tendido preliminar de los cables en el suelo, y a continuación colocar el conjunto de tubos con los cables instalados por debajo del suelo.

Respecto al tubo se admiten dos variantes :

- Tubo de acero, desnudo en su interior, o forrado por un tubo de polietileno, que mejorará el coeficiente de rozamiento, ó
- Un tubo de polietileno

#### **4.2 Máquina de tendido**

Estas herramientas tienden a cambiar de dirección al chocar con una roca u otro impedimento, para contrarrestar estas desviaciones el operador deberá controlar el avance del topo utilizando un equipo electrónico de detección de alta precisión, es por este motivo por el que en Iberdrola se haya adoptado como el único tipo de topo el Topo electrónico dirigible . A título informativo se adjunta, en el anexo 2, información sobre algunos de los tipos de topes electrónicos existentes en el mercado.

Iberdrola podrá exigir un determinado sistema de ejecución, pero generalmente la elección de la maquina será responsabilidad de la contrata

La elección del tipo de maquina de tendido y el equipamiento deberán elegirse de acuerdo con los datos del proyecto ( naturaleza del terreno, esfuerzo de tendido, etc.), especialmente la potencia.

#### **4.3 Tendido**

En lo que se refiere manipulación y ubicación de bobinas, manipulación y tendido en tubo del cable, etc., se ajustarán a lo establecido en el MTDYC 2.33.11 “MANEJO Y TENDIDO DE CABLES SUBTERRÁNEOS HASTA 66 kV”.

### **5 CONTROL Y RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Durante la ejecución, el director de obra podrá realizar diversos controles para verificar la correcta realización de los trabajos, tales como: Sondeos longitudinales (cada 500 m por ejemplo) para verificar el buen estado del cable , la correcta profundidad de tendido, estos sondeos estarán comprendidos en el precio de oferta y se pagarán cuando los resultados sean satisfactorios. Deberán ser efectuados en presencia del jefe de obra y de un representante de la contrata. Si no son satisfactorio, todos estos trabajos serán a cargo de la contrata.

Verificación de las características eléctricas de las obras realizadas. Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables subterráneos, antes de ser conectados a la red, serán los indicados en el MTDYC 2.33.15 “RED SUBTERRÁNEA DE AT Y BT. COMPROBACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS”.

La recepción de la obra se hará tal como se precisa en los MTDYC's 2.33.26 y 2.53.26 “RECEPCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE AT Y BT”.



**MTDYC 2.33.12**

**FECHA :Julio, 1.997**

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN Y CLIENTES

**ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **El sistema de taladro guiado Jet Trac de la firma Ditch Witch**

El sistema de topo dirigido Jet Trac de la firma Ditch Witch. Es un sistema de taladro muy rápido y adaptable a una extensa gama de tipos de terrenos.

Consiste en un sistema compacto de taladro accionado mediante fluido que facilita los trabajos de tendido sin zanjas tanto en terrenos blandos como duros, además ofrece ventajas tanto de fácil manejo como en el ahorro de tiempo y dinero, lo que supone una posible alternativa respecto a otros métodos de excavación.

El sistema Jet Trac minimiza el impacto ambiental debido a que constituye un método de perforación de lanzado de superficie lo que reduce los altos costes de reposición del emplazamiento. Además de esto permite que el tráfico rodado no se detenga y no causa deterioro en la superficie de las carreteras, aceras o jardines.

La preparación del sistema Jet Trac es rápida y fácil con lo que se ahorra tiempo. La unidad del Jet Trac es muy ligera y permite una fácil descarga del camión de transporte y una fácil maniobrabilidad hasta el emplazamiento de la obra. Se puede comenzar a perforar en un periodo de 15 minutos después de la configuración /establecimiento de la máquina. El tamaño compacto de este taladro permite mover la unidad en lugares de difícil acceso y trabajar en emplazamientos inaccesibles para grandes unidades de perforación.

Permite perforar distancias de 120 m o más, y en comparación con otros sistemas de taladro los controles de funcionamiento del Jet Trac son de más fácil manejo y aprendizaje, lo que hace de este sistema el idóneo para obtener una alta productividad con un mínimo trabajo.

### **El sistema de perforación controlado de GRUNDO**

Lo presentan como el método idóneo cuando se exige precisión en la salida y para perforaciones de más de 50 m o en tendidos con ligeras curvas. Son como cohetes subterráneos que se dejan controlar y dirigir en perforaciones bajo agua, cruces, largas perforaciones, grandes cruces de carretera, autopistas y terraplenes. Estos sistemas dirigidos, tienen una cabeza perforadora especial con una superficie, dirigible, la cual transforma el esfuerzo en ablandar el terreno que se le opone. Esto basta para hacer las correcciones necesarias en todas direcciones, cuando la posición de la cabeza esté fijada en un sentido.

Cuando se quiere mantener una línea recta, basta con tener la cabeza perforadora en continua rotación. Un continuo control de la perforación es necesario para mantener la dirección y profundidad necesarias.

La información sobre la situación, inclinación y posición de la superficie dirigible de la cabeza perforadora es dada por el emisor situado en la misma al receptor de la superficie. Cuando mejor sea la información, mejor se podrá reconducir, por eso si las grandes desviaciones son evitadas, el trazo será rectilíneo.

En general estos sistemas de perforación dirigida realizan primero una primera perforación piloto, y una vez llegado a la meta se sustituye la cabeza perforadora por un cono expansivo o cabeza fresadora, que en su retroceso por la perforación piloto, ensancha al diámetro deseado a la vez que tiende la tubería. El género y calidad de los tubos a introducir, determinan la cabeza perforadora a utilizar las consiguientes barras perforadoras y también el mínimo radio de curva permitido. La diferente densidad del cambiante terreno, exige un proceder adecuado para la compresión o extracción del terreno con o sin auxilio de líquido, de manera estática o dinámica o una combinación de ambas.

Disponen de tres versiones distintas:

**GRUNDOJET:** Es un sencillo y liviano perforador, trabaja sin energías de martinete, solo con asistencia de fluido y está indicado para arenas homogéneas -terrenos de barro y arcillosos- con pocas capas de piedra. La puesta en marcha se hace desde la superficie. GRUNDOJET existe según necesidades en distintas versiones, con distintos grados de fuerza estática de empuje y tiro y correspondientes regímenes de vueltas.

**GRUNDOMOLE:** Es el topo indicado para terrenos pedregosos y gruesos, como cantos rodados, grava, escombros y mezcla de todos ellos, en diámetros hasta 150 mm, exige un procedimiento dinámico de martinete por compresión del terreno. Tales terrenos se dejan perforar de forma eficaz y racional con los cohetes. GRUNDOMOLE tiende controlada y dirigiblemente tuberías de hasta 150 mm de diámetro en una curva de radio de 45 m, con la ventaja de la combinación de un cohete propulsado dinámicamente y la propulsión hidroestática.



GRUNDOHIT: Este sistema puede utilizarse tanto en terrenos blandos como pedregosos y de muy difícil compresión hasta DN 100/150 mm. El principio de funcionamiento es igualmente un cohete golpeado dinámicamente. Sin embargo, en caso de necesidad, puede recibir ayuda hidrostática de empuje o simplemente empujado a presión. El sistema de empuje no se encuentra en la cabeza perforadora, sino fuera de la perforación en una plataforma de empuje. Por esto, la cabeza perforadora y los tubos de perforación pueden ser relativamente pequeños (sólo 40 mm de diámetro), pero la fuerza de empuje puede emplearse con igual intensidad. La perforadora cabe en una zanja inicial de 2x1 m, pero puede también, con una inclinación ajustable de la plataforma de empuje, funcionar sin zanja inicial.

Según necesidades, estado del terreno y dirección a mantener, la cabeza perforadora es fácilmente cambiable y esto es óptimo para adaptarse a cada terreno y trabajo a realizar.

**Underground Research & Maurer Engineering.** Estas empresas han desarrollado conjuntamente una nueva tecnología de taladro horizontal dirigido de alcance medio cuyo objetivo primordial es reducir los costes de instalación. Como complemento a este sistema ha desarrollado, para casos especiales, un sistema de perforación dirigido y de tendido de cables de un solo tramo de gran longitud y a gran profundidad. Presentan sus sistemas como los más indicados para cables de distribución de tensiones superiores a 6 kV y también para conducciones de gas natural, agua, alcantarillado y telecomunicaciones, y para todas aquellas instalaciones que requieran perforaciones de diámetro superior a 50 cm y longitudes de 300 m, particularmente cuando se tienen que afrontar problemas de entorno.

La torre de perforación horizontal dirigida de Underground Research realiza primeramente una perforación piloto en el primer recorrido realizando posteriormente un segundo recorrido en retroceso por esta perforación piloto, el diámetro y la forma deseados a la vez que tiende la tubería de polietileno.

Este equipo tiene una capacidad de empuje y retroceso de 45000 N y perfora el terreno usando una serie de tuberías de acero de 3 m de longitud. Puede realizar perforaciones de 450 m y con un diámetro superior a 90 cm.

Esta tecnología proporciona un modo de explotación subterránea con un coste eficaz y está particularmente indicada en entornos urbanos altamente poblados y se espera que su uso se haga frecuente en los próximos años.

## Ejemplos

A continuación se incluyen, a título de ejemplo, tres tendidos realizados por diversas compañías, y un proyecto de Iberdrola para el cruce subterráneo del río Tajo:

### 1)-Línea subterránea a través del valle de Nacoochee.

Entre los proyectos importantes llevados a cabo por estas compañías, con la tecnología de perforación guiada, cabe destacar el tendido, realizado en 1993, de una línea subterránea de 115 kV para la compañía Georgia Power con una longitud de 750 m, de un solo tramo (sin empalmes) y entubada con tubos de polietileno, a través del valle de Nacoochee, ocupado por un antiguo cementerio Cherokee y lugar de ceremonias y de una zona de alto valor turístico del norte de Georgia. Todo esto hacía imposible la utilización de las técnicas convencionales de excavación usando barrenos ya que se corría el riesgo de provocar un gran impacto en el suelo del valle .

Tuvieron que subsanarse, además de los problemas que planteaba el evitar daños irreparables al entorno, diversos problemas de tipo geológico, como era la existencia de una capa freática de 0,9 m a 2,1 m y la existencia de una franja de cantos rodados debajo de la zona superficial, que harían imprescindible, entibar las zanjas en ambos lados y bombear importantes cantidades de aguas subterráneas, con el encarecimiento que ello supone. Para evitar estos inconvenientes se optó por tender a mayor profundidad pasando por debajo de la capa freática, para lo que fue necesario desarrollar una torre de perforación horizontal que podía perforar el terreno a esa profundidad y distancias superiores a 300 m .

El consulting elaboró un plan de trabajo para perforar 500 m a lo largo del valle en 4 etapas, con la absoluta seguridad de no perturbar los lugares sagrados ni dañar el entorno. Este plan fue aceptado por la empresa, por la Asociación de la comunidad Nacoochee y la comunidad local Cherokee. EL plan requería reunir un equipo de proyecto capaz de implementar todas las nuevas tecnologías sobre perforación guiada.

El plan consistía en instalar una tubería de polietileno de 25 cm diámetro a lo largo del perfil trazado y posteriormente tender el cable en el interior del tubo.

Primeramente se excavaron pequeña calas con una separación de 30m para inspeccionar las condiciones del terreno, lo que sirvió para decidir el lugar donde excavar 3 pozos de perforación de aproximadamente 2,4 x 1,2 m cada uno, para sujeción de la torre de perforación. Los emplazamientos de los pozos fueron inspeccionados con sistema de radar capaz de penetrar el terreno con el fin de cerciorarse que los terrenos no tenían importancia desde el punto de vista arqueológico.

Como precaución adicional un equipo de arqueólogos realizó algunas pruebas adicionales y supervisó la excavación. estas pruebas consistían en excavar manualmente en los pozos hasta una profundidad de 10 cm y pasar toda la tierra extraída a través de un tamiz con una malla de 0.6 cm, buscando cambios en el suelo y registrando y etiquetando cualquier artefacto que se encontrase. A continuación excavaban otros 10 cm de profundidad y tamizaban de nuevo y así sucesivamente hasta que alcanzaron el fondo del pozo. El sistema de perforación utilizado

realiza primero una perforación piloto y cuando se ha llegado al objetivo, se cambia la cabeza perforadora por un cono expansivo o cabeza fresadora, que al retroceder por la perforación piloto, amplía hasta el diámetro deseado a la vez que tiende el tubo de polietileno.

Los 210 primeros metros del primer tramo son el cruce del río Chattahoochee y los 27 m restantes discurren en la colina con una pendiente de 20°, el terreno en la colina es predominantemente roca arcillosa/pelita caliza roca, cuarzo y bloques de cantos arenosos. El segundo y tercer tramos atraviesan el valle Nacoochee, 270 m de cantos rodados la mayor parte rocas de 2 a 15 cm de diámetro y alguna hasta de 60 cm. El cuarto tramo de 240 m cruza la autopista estatal número 75 a través de un terreno arcilloso, piedra arenosa y granito blanco. Para evitarse el coste que supone el extraer los cantos rodados se hizo necesario la utilización de un equipo perforador especial equipado con una broca taladradora con capacidad de taladrar la zona de cantos rodados, esta broca consiste en una única cabeza de carburo con capacidad de orientación que puede penetrar y orientarse a través de cantos rodados de un diámetro de 5 cm a 30 cm, esta broca no existía en el mercado por lo que su desarrollo supuso otra innovación.

El método convencional de localización de la cabeza perforadora consiste en montar un radio transmisor o sonda en la cabeza perforadora y su funcionamiento necesita que se recorra todo el trazado por la superficie con un dispositivo sensor. Aproximadamente cada 3m el operador de la perforadora tiene que parar y esperar al portador del sensor para localizar la cabeza del taladro. Para trabajar a esta profundidad y en las condiciones del proyecto fue necesario desarrollar un nuevo sistema para localizar la cabeza taladradora. Esta nueva tecnología es conocida como Accunav, que consiste en transmitir sus señales directamente al operador a través de fibra instalada en el taladro. Cada 2 s el sistema le suministra al operador la localización/posición de la cabeza perforadora y almacena la información en un pequeño ordenador portátil que permite levantar un perfil de la excavación.

También se utilizaron sondas convencionales pero no se podía confiar en ellas, ya que solamente proporcionan señales precisas hasta profundidades de 4m a 6m y en algún punto de la colina se alcanzaban los 12 m. otro inconveniente es que cuando se taladraba roca dura, el calor causado por la fricción sobrepasaba el límite de temperatura de 140 °C de una sonda y la destruía.

El Accunav está basado en una tecnología desarrollada para misiles crucero. Dos bancos de sensores determinan su localización: un magnetómetro triaxial que capta su orientación relativa al campo magnético terrestre y tres acelerómetros equilibrados que trazan su posición basándose en el campo gravitacional terrestre.

Todo lo anterior trata de la perforación y el tendido del tubo de polietileno. A continuación exponemos las innovaciones tecnológicas utilizadas en el tendido de los tres cables. En principio hubo que evitar las oscilaciones del cable al desenrollarlo de la bobina, para lo cual se controlaron estas con un nuevo tipo de poleas. Para reducir la fricción entre la guía de acero utilizada para tirar del cable y el tubo de polietileno se cubrió la guía con un tubo de Kevlar resbaladizo. También se lubricaron los cables -en cada pozo de perforación se hizo un pequeño agujero en el tubo de plástico y con la ayuda de una bomba se inyectaba lubricante a intervalos determinados. Por primera vez se emplearon métodos de empuje de cables, lo que permitía reducir el retroceso y tender longitudes mayores; y por último la innovación más

sorprendente fue el uso de dinamómetros; que medían la tensión en cada uno de los tres cables tanto en la cabeza, como en el cabrestante y en los mismos carretes que soportaban el cable. Según el fabricante los cables estaban calculados para resistir una tensión de 8325 Kg y los cálculos previstos daban una tensión máxima de 5625 Kg, por último los dinamómetros registraron una tensión final de 3825 Kg. El tendido fue realizado sin ninguna dificultad y por primera vez se tendieron tres cables de longitud 5 veces la habitual, lo que constituyó un existo más a añadir a los obtenidos en esta obra.

A continuación se muestra un croquis del tendido:

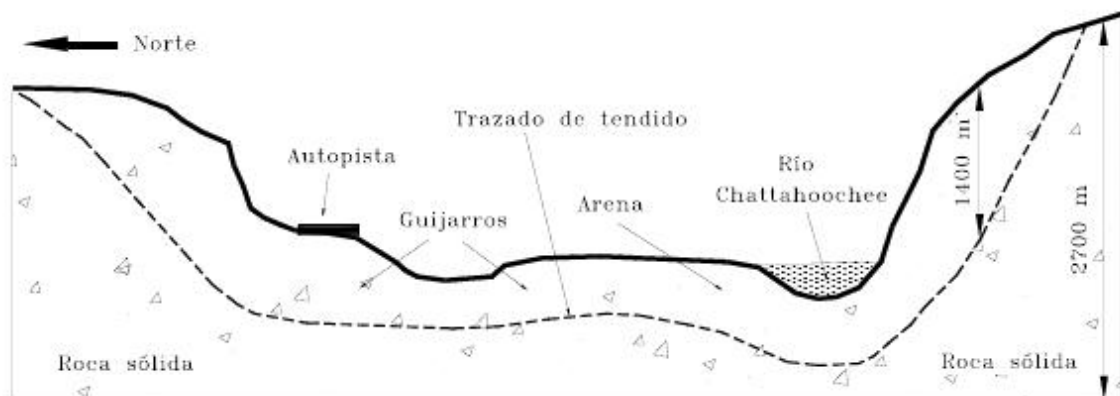


Figura 1A-Perfil del terreno y trazado del tendido del cable en el valle Nacoochee

## 2)-Línea subterránea bajo el cauce del río Garona.

El enlace se compone de 2 tramos, un tramo aéreo de 40 km en simple circuito desde Cissac hasta la orilla derecha del Garona y otro tramo subterráneo hasta Marquis.

El tramo subterráneo comprende la travesía bajo el cauce del Garona (1160 m) y el resto es una línea subterránea de tipo convencional (1100m).

### 2.1 Enlace subterráneo y especificaciones del cable.

La técnica de tendido bajo el cauce del río precisa la fabricación de un cable sin empalmes, con una longitud de 1160 m. Los métodos empleados en la manipulación del cable y las obligaciones de transporte por carretera obligan a la utilización de un cable ligero.

La solución adoptada consiste en instalar 2 circuitos en paralelo con conductores de Al de 630 mm<sup>2</sup> de sección, cuya capacidad de transporte sea la misma que la de la línea aérea. La pantalla de plomo de espesor reducido corresponde a las condiciones reales de la red (la corriente de cortocircuito homopolar es de 10 kA-0.5 s en la actualidad y se prevé su crecimiento hasta un máximo de 15 kA-0.5 s en varios años).

En el tendido terrestre de tipo convencional, se emplean empalmes de tipo prefabricado en caucho EPDM.

En la siguiente tabla se indican las principales características del cable :

Tensión asignada	130/225 kV
Sección	Al-630 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	Polietileno de baja densidad con un espesor de 22 mm
Pantalla metálica	Pb de espesor 2 mm
Cubierta	Polietileno de baja densidad con un espesor de 3.8 mm
Diámetro del cable	93 mm
Peso	13.1 kg/m

Tabla I- Características del cable empleado (Garona).

## 2.2 Elección del método de tendido.

En el tramo bajo el cauce del río, la empresa EDF decidió instalar cada circuito en un tubo de acero. Los problemas de instalación del tubo y del tendido de los cables se estudiaron en colaboración con HDI y SPIE-TRINDEL.

El cálculo teórico de los esfuerzos de tendido conduce a unos valores demasiado elevados, por tanto se ha juzgado conveniente operar en tres etapas:

- Tendido de los tubos de 1100 m de longitud aproximadamente, uno por cada circuito, en el punto donde se va a realizar el cruce del río Garona y perpendicularmente a su cauce, ya que el lugar lo permite.
- Tendido de los cables en el interior de los tubos.
- Se sustituye la cabeza perforadora por un cono expansivo, con lo que al retroceder por la perforación realizada se amplía el diámetro y se tiende el conjunto formado por los dos tubos con los cables eléctricos y un tercer tubo para telecomunicaciones

El tubo de acero elegido tiene un diámetro interior de 23 cm y lleva un revestimiento exterior aislante. La relación entre el diámetro interior y el diámetro exterior del cable es de 2,458. El tubo se suministra en tramos de 11 m de longitud aproximadamente, la unión de tramos se realiza con soldadura por arco in situ, con reconstrucción del revestimiento aislante de la cubierta metálica.

## 2.3 Tendido de los cables en el tubo horizontal.

El tendido de los cables en el tubo horizontal, se efectúa con ayuda de un cabrestante colocado en uno de los extremos; en el otro extremo, se instalan rodillos de tendido motorizados y sincronizados entre si, entre cada bobina y la entrada de los tubos, con el fin de disminuir los esfuerzos de tracción. El esfuerzo de máximo de tendido ejercido sobre los tres cables es de 11 Tm (con empleo de lubricante con base de agua).

## 2.4 Perforación y tendido del conjunto formado por tubos y cables.



La compañía HDI, instaló el conjunto formado por los dos tubos con los cables eléctricos y un tercer tubo para telecomunicaciones, utilizando una tecnología empleada en la industria petrolífera. Dicha operación no afecta a la vida útil de los cables.

### 2.5 Ensayo de cubierta, posterior a la instalación.

El ensayo después de la instalación, consistente en aplicar 20 kV de tensión continua durante 15 minutos, puso en evidencia un defecto en la cubierta de uno de los cables de un circuito. Esto condujo a la retirada de los cables de uno de los tubos y a su posterior sustitución por otros tres.

A modo informativo se indican los esfuerzos máximos de tendido necesarios en estas operaciones:

- Esfuerzo máximo de tendido empleado en la retirada de los cables del tubo 11 Tm
- Máximo esfuerzo de tendido de los cables en el interior tubo 4.5 Tm

En la operación de tendido de los cables en el interior del tubo, se empleó agua y un lubricante especial.

Los dos enlaces se encuentran en servicio en la actualidad. La instalación final del tendido bajo el cauce corresponde al esquema siguiente:

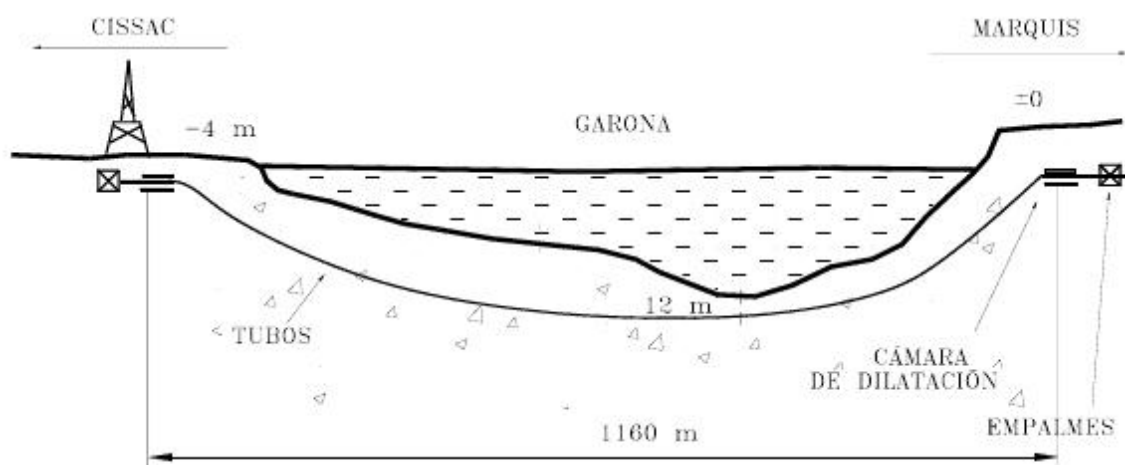


Figura 2A-Tendido del cable subterráneo en la desembocadura del río Garona (Francia).

## 3)-Línea subterránea bajo el cauce del río Sena.

### 3.1 Características del enlace.

El enlace se compone de dos tramos, un tramo aéreo de 8.7 km en doble circuito entre Vaupalière y Dieppedalle, y un tramo subterráneo hasta Grand-Quevilly.

### 3.2 Enlace subterráneo y especificaciones del cable.

Los cables fueron dimensionados con una capacidad de transporte igual a la de la línea aérea.

Las características principales del enlace y del cable se indican en la Tabla II.

Número de circuitos	2
Longitud del enlace	800 m de los cuales 400 son de tendido bajo el río
Tensión asignada	130/225 kV
Sección del cable	Cu-1200 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	Polietileno de baja densidad de espesor 22 mm
Pantalla metálica	Cubierta de plomo con un espesor de 2.8 mm
Cubierta	Polietileno de baja densidad con un espesor de 4 mm
Diámetro del cable	110 mm
Peso	27.8 Kg/m

Tabla II- Características del cable empleado (Sena)

### 3.3 Elección del método de tendido.

Con la experiencia acumulada en el tendido del río Garona, se instalaron los tubos bajo el río y posteriormente se tendieron los cables en el interior de estos. Para este enlace se realizaron dos perforaciones con una separación relativa 10 m aproximadamente.

### 3.4 Tendido de los cables en el interior de los tubos.

Los tubos elegidos tienen un diámetro interior de 30 cm, con una relación de 2.77 entre su diámetro interior y el diámetro exterior del cable. Al igual que en el enlace bajo el río Garona, los tubos se suministran en tramos de 11 m, la unión de tramos se realiza con soldadura por arco in situ, con reconstrucción del revestimiento aislante de la cubierta metálica.

Las pruebas preliminares al tendido de los cables, mostraron que uno de los dos presentaba una deformación importante, necesitando una funda de polietileno de espesor reducido.

El tendido de los cables en cada uno de los tubos se efectúa con ayuda de un cabrestante situado en uno de los extremos; en el otro extremo se instalan, entre cada bobina y la entrada del tubo, unos rodillos de tendido motorizados y sincronizados entre si, con el fin de disminuir los esfuerzos de tracción.

Durante el tendido, los tubos se rellenan con agua y los cables se lubrican a la entrada del tubo.

Los esfuerzos máximos de tendido son los siguientes:

- 11 Tm para el tendido de los cables en los tubos de acero
- 5 Tm para el tendido de los cables en el tubo de acero forrado con polietileno

### 3.5 Ensayo de cubierta posterior a la instalación.



El ensayo se efectúa aplicando 20 kV de tensión continua durante 13 minutos, sin presentar ningún defecto. La instalación final del tendido bajo el cauce corresponde al esquema siguiente:

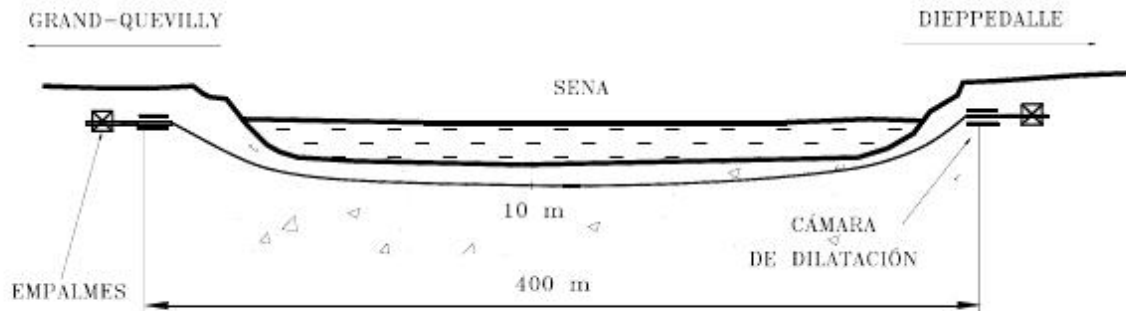


Figura 3A-Tendido del cable subterráneo en la desembocadura del río Sena (Francia).

#### 4)-Cruce del río Tajo con una línea subterránea de 20 kV

Este es solamente un proyecto que se preparó para la zona de Toledo, aún sin realizar:

Con motivo de una nueva alimentación a la ciudad de Toledo desde la ET Toledo, se proyecta la construcción de una línea de 20 kV, el trazado de esta línea atraviesa el río Tajo y LA Comisaría de Urbanismo exige que este cruce se haga en subterráneo.

La descripción de esta alimentación es la siguiente:

- La alimentación consta de dos partes, una aérea, de 4 km de un circuito LA 110, desde la ST hasta la margen izquierda del río Tajo y otra subterránea hasta el CT, con una longitud aproximada de 1km.

El tramo subterráneo incluye el cruce del río Tajo, este tramo tendrá un longitud aproximada de 150 m y se realizará en las condiciones que se detallan en el croquis siguiente

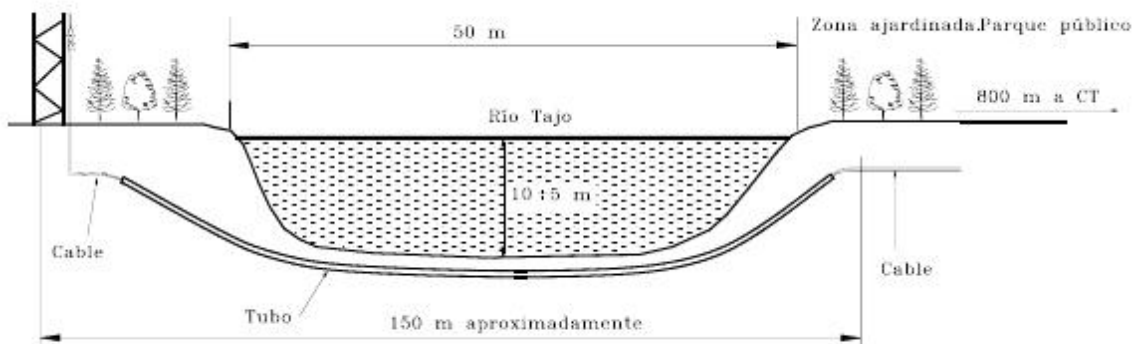


Figura 4A-Tendido del cable subterráneo en el río Tajo

NOTA.- En esta zona del río se realizan operaciones de dragado periódicamente.

#### 4.1 Conductores.

En lo que respecta al cable se ha examinado la problemática que presenta la línea y previa consulta a los fabricantes proponemos dos posibles soluciones :

1ª-Instalar en estos 150 m un cable trifásico. Tipo subacuático de 3x120 mm<sup>2</sup> y 12/20 kV. S/ UNE 21-123 de las características siguientes:

Conductores de cuerda circular compacta de hilos de cobre estañado, clase

2. y de 120 mm<sup>2</sup> de sección (la equivalente al 159 mm<sup>2</sup> de Al)

Semiconductora interna : una mezcla extrusionada conductora

Aislamiento de EPR.

Semiconductora externa : una mezcla extrusionada conductora

Pantalla metálica: Cintas de cobre estañado

Reunión de las tres fases.

Rellenos.

Asiento de la armadura a base de material fibroso

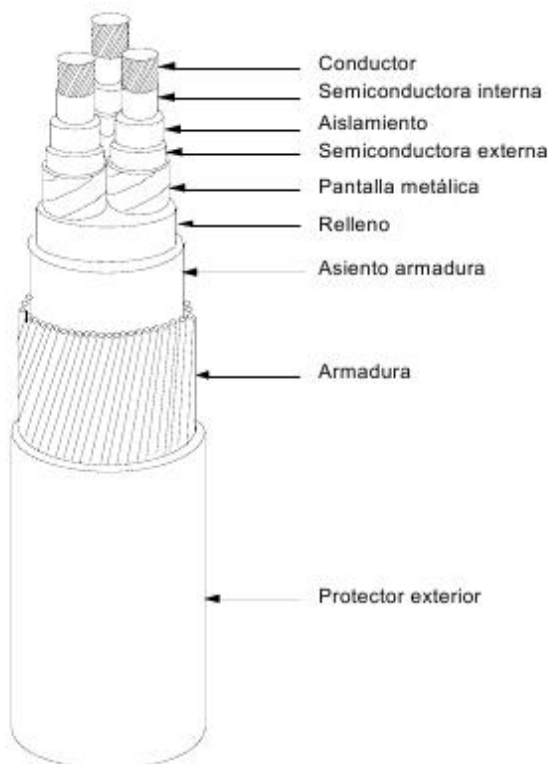
Armadura: alambres de acero galvanizado

Cubierta exterior de poliolefina Z1

No se considera necesario taponar el conductor.

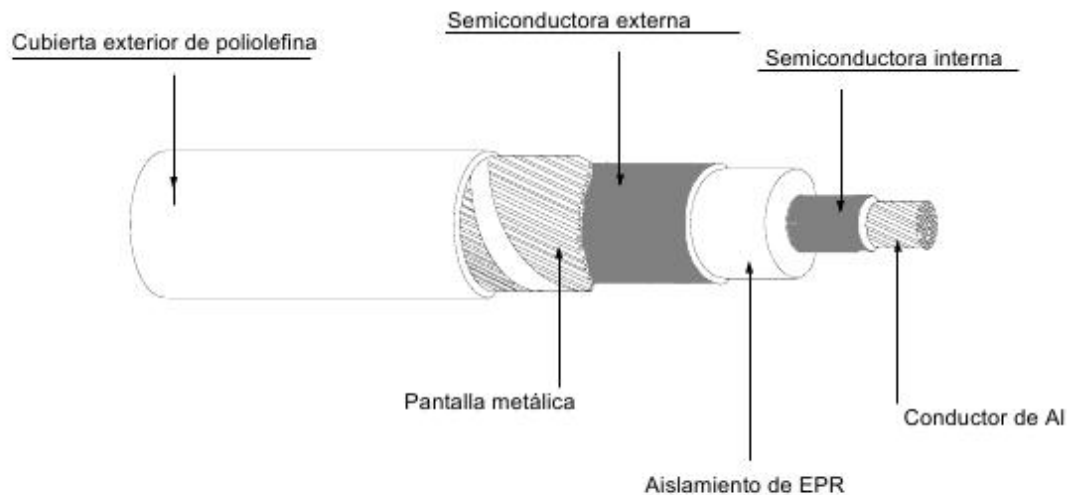
Junto con este cable se tenderá un tubo para instalar en su día un cable de fibra óptica de diseño apropiado.

En este caso, el cable subacuático solo se utilizaría en el cruce, en el resto de la línea, hasta llegar al primer centro de transformación, se utilizaría el cable normalizado con aislamiento seco a base de etileno propileno (EPR) y cubierta especial de poliolefina (DHZ1).



Para subsanar los posibles inconvenientes debido al dragado del río y ante la imposibilidad de conseguir de la Confederación Hidrográfica del Tajo la instalación de una señalización que garantice cierta seguridad, la instalación del cable en el cruce del río deberá hacerse enterrado y no sobre el lecho del río.

- 2ª Realizar el cruce con el mismo tipo de cable del resto de la línea. Se instalarán tres cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco EPR y cubierta especial (DHZ1) y un tubo para instalar en su día un cable de fibra óptica.



Esta segunda solución, tratándose de un cable de 20 kV, para un cauce con una profundidad máxima de 15 m y en las condiciones reseñadas en el esquema, consideramos es suficiente.

#### 4.2 Instalación.

Respecto al tendido del cable en el cruce del río se han analizado experiencias similares realizadas en Europa y que han dado mejores resultados. Llegando a la conclusión que el método a utilizar será mecanizado de perforación horizontal controlada y dirigida (TOPO). A grandes rasgos este método consiste en tres etapas:

- Perforación con compresión o extracción del terreno mediante la cabeza perforadora dirigible
- Tendido del tubo. Se sustituye la cabeza perforadora por un cono expansivo o cabeza fresadora, con lo que se consigue que al retroceder por la perforación realizada por la cabeza se amplíe el diámetro y se instale el tubo.
- Y por último se tiende el cable por el interior del tubo.

Esta es la secuencia general del proceso que admite, en función de la amplitud de los márgenes del río, densidad del terreno, etc. dos posibilidades:

- Instalar previamente el tubo bajo el cauce, y posteriormente tender el cable, es decir, la secuencia descrita.
- O tendido preliminar de los cables en las tuberías colocadas en el suelo y perpendicularmente al río, y a continuación colocar el conjunto, tubos con los cables instalados, en el río.

Se admite dos variante respecto al tubo:

- Tubo de acero, desnudo en su interior o forrado por un tubo de polietileno, que mejorará el coeficiente de rozamiento.
- Tubo de polietileno

Para el caso que nos ocupa consideramos suficiente la instalación de un tubo corrugado de polietileno que en su interior alojará los tres cables unipolares y un tubo de polietileno para el cable de fibra óptica.

Varios de los contratistas de Iberdrola disponen de estos métodos mecanizados de tendido, como por ejemplo: COBRA, ELEC NOR, ABENGOA, etc .

#### 4.3 Conclusiones.

A la vista de lo anteriormente expuesto, proponemos la solución siguiente:

-En el cruce del río los tres cables unipolares se instalarán en un tubo de acero forrado en su interior por un tubo de polietileno, el cable de fibra óptica se instalará en otro tubo. El método de tendido a utilizar será mecanizado, de perforación horizontal controlada y dirigida (TOPO). La operación se realizará en tres etapas:

- Perforación del terreno mediante la cabeza perforadora dirigida
- Instalación del tubo. Sustituyendo la cabeza perforadora por un cono expansivo o cabeza fresadora, se conseguirá que al retroceder por la perforación realizada por la cabeza se amplíe el diámetro y se instala el tubo.
- Por último se tenderán los cables y un tubo para la fibra óptica por el interior del tubo. Este tendido se realizará con la ayuda de un cabrestante colocado en uno de los extremos, en el otro extremo se instalarán entre cada bobina y la entrada de los tubos, unos rodillos motorizados y sincronizados entre si. El esfuerzo máximo de tendido ejercido sobre los tres cables es de 1350 daN ( se utilizará un lubricante con base de agua).

-El cruce se realizará con el mismo tipo de cable del resto de la línea. Se instalarán tres cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco y cubierta especial (DH-Z1) y un tubo para instalar en su día un cable de fibra óptica.

## ANEXO 2

### **GEOTEC- Estudios y realización de estudios geotécnicos.**

GEOTEC ofrece equipos de estudio geofísico que cuentan con equipamiento especializado para realizar estudios subterráneos no destructivos.

Cada estudio se somete a un análisis de gabinete antes de tomar una decisión sobre el tipo de estudio que es más eficiente y eficaz en términos de coste para obtener los resultados que se requieren.

Habitualmente, se emplea la refracción sísmica para determinar las investigaciones de profundidad sobre las condiciones del terreno, como en la perforación direccional para trasladar tuberías por debajo de ríos, para determinar diferentes estratos de material, etcétera.

Los estudios de resistividad se emplean para determinar las capas freáticas y para trazar el mapa de las áreas con residuos peligrosos.

Los sistemas de radar de impulsos se emplean para investigaciones a ras de tierra de estructuras de hormigón, para trazado de mapas de refuerzos, ubicación de servicios y anomalías subterráneas, como depósitos y tambores vacíos y enterrados y para el trazado detallado de mapas de tendidos subterráneos, como tuberías de gas, eléctricas, metálicas, plásticas y de hormigón, y cables telefónicos.

El estudio GEOTEC 3D SIN EXCAVACIÓN ofrece la posibilidad de conocer con exactitud qué se encuentra bajo la superficie en el lugar de excavación, la ventaja que supone conocer detalladamente, antes de abrir el terreno, los tendidos de servicio existentes, sus posiciones, direcciones y profundidades exactas. Tuberías de plástico, cerámica, hormigón y metal y, además, cables. Lo que facilita abrir el terreno en el conocimiento de que el solar está libre de tendidos, o sabiendo exactamente dónde se encuentran éstos. Esto le evitará sufrir más:

- Retrasos debidos a un descubrimiento inesperado
- Costes ocultos por tener que salvar tendidos existentes
- Excavaciones de exploración, ni los costes que entrañan
- Pérdidas de horas-hombre u horas-máquina

El método de estudio GEOTEC 3D SIN EXCAVACIÓN es un sistema integrado y autónomo de sondeo por radar del terreno, que funciona mediante la introducción de un impulso electromagnético de tiempo de subida rápido. La señal de retorno recibida por la antena se introduce en los aparatos de procesamiento de señales digitales para su conversión en un formato adecuado para su exhibición. El procesamiento de las señales está ajustado de modo que los "objetos similares a tuberías" destaquen sobre su entorno, que se suprime, en los casos

en los que los objetivos se encuentren, aproximadamente, a unos noventa grados de la senda escaneada.

Los datos tomados se procesan en el sistema informático especializado que se desplaza al lugar del estudio, y después de su interpretación, se pueden introducir en planos detallados AutoCad.

Los datos procesados dan lugar a una imagen lineal representativa de los objetivos determinados en un área de 3m x 3m , con siete escaneos paralelos. Los datos determinan con exactitud la profundidad y la ubicación de objetivo.

**RADIODETECTION - Sistema de información para el control de la perforación guiada**

El RD380 DataBore suministra una información completa y precisa que es la clave de la perforación con éxito.

El sistema está compuesto de una Sonda transmisora, RD380 colocada en la cabeza perforadora, y un receptor RD380 DataBore manual para localizar la posición de dicha cabeza. El receptor puede llevar un enlace de radio para enviar información a la pantalla RD380 DataView opcional, situada en el sitio de inicio de la perforación.

La Sonda RD380 está diseñada para ser colocada en todas las cabezas de perforación guiadas que se utilizan más frecuentemente.

El DataBore suministra la siguiente información crítica de la cabeza de perforación :

- Posición
- Ángulo de giro
- Ángulo de inclinación
- Profundidad

El DataBore también suministra la información necesaria de la Sonda RD380, tal como :

- Estado de la batería
- Temperatura

El receptor DataBore presenta la posición necesaria para dirigir la cabeza perforadora, y monitoriza la sonda RD380.

**Posición:** El gráfico de barras indica la respuesta pico cuando la cuchilla del receptor está directamente sobre y en línea con la cabeza perforadora, con una precisión de  $\pm 10\%$  a profundidades de 5 m. La pantalla digital indica la ganancia del receptor en dB. Continuo estado de la batería del receptor se presenta mientras se localiza la posición. La pantalla indica "LO bat" y automáticamente apaga el receptor cuando las baterías necesitar ser reemplazadas.

**Ángulo de giro:** 16 segmentos indican el ángulo de giro de la cabeza durante la perforación. El ángulo de giro puesto en el segmento "P" indica el aparcamiento de la Sonda. La sonda se apaga cinco minutos después del último movimiento de la cabeza perforadora.

**Ángulo de inclinación:** El ángulo de inclinación de la cabeza perforadora de hasta 25°, se indica cuando el ángulo de giro está a un segmento de cada lado de las 12 en punto. Las flechas indican la dirección de la inclinación.

**Profundidad:** La pantalla digital indica la profundidad en metros, con precisión de  $\pm 5\%$  a profundidades hasta 5 m.



**Información de la sonda:** La pantalla indica el estado de la batería y la temperatura en grados. El funcionamiento de la sonda no es afectado por la temperatura hasta los 70° C.

Además de la información visual en el receptor, el sistema posee las características opcionales importantes :

**Pantalla remota opcional:** La información que es enviada al RD380 DataView, situada en el sitio del inicio de la perforación, duplica la información presentada en la pantalla del receptor. El receptor puede estar hasta 200 m del sitio de inicio

**Alarma:** Una alarma es activada si la temperatura de la sonda excede los 50°C, o si la vida restante de la batería es menos del 25%.

**Modo de ahorro de batería:** La sonda conmuta al modo de ahorro de batería 10 minutos después del último movimiento de la cabeza perforadora. Después continúa proporcionando una señal de pulso distintiva, de modo que si la cabeza perforadora se atasca, o se desprende de la cuerda taladradora, se pueda localizar.

**Iluminación de la pantalla:** Ambos, el RD380 DataBore y el DataView, poseen iluminación para trabajos nocturnos.

**Localización debajo del agua:** Antena sumergible doble, para uso de un buzo, enchufa al receptor y proporciona información completa al DataBore procedente del fondo del río.

**Sonda reparable:** La sonda RD380 es reparable. Simplemente devuelva la sonda a la filial Española de Radiodetection, y el problema puede resolverse rápida y económicamente.

**Localizador de tuberías y cables enterrados:** El receptor es también un localizador de tuberías y cables enterrados de alto nivel. Utilizándose con un transmisor de Radiodetection, ya sea modelo estándar o de alta potencia, ofrece las mismas prestaciones de barrido, trazado, localización de precisión y medida de corriente, como el Localizador de Precisión RD400PXL.

## **ANEXO 7**

### **CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO PFU Y MINIBLOK**



# ORMAZABAL

Especialistas en Media Tensión

## Centros de Transformación

### PFU y PF

### Edificios Tipo Caseta para Centros de Transformación

Hasta 36 kV



## PFU edificio monobloque tipo caseta para centros de transformación

### PRESENTACIÓN

El edificio **PFU** es una envolvente industrializada monobloque de hormigón tipo caseta para **Centros de Transformación** de **Ormazabal** de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 kV.

### COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación** de **Ormazabal** en edificio **PFU** se componen de:

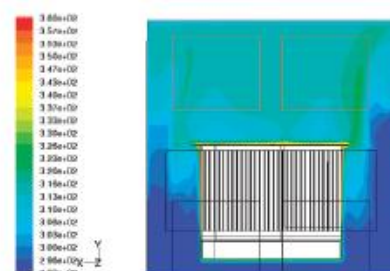
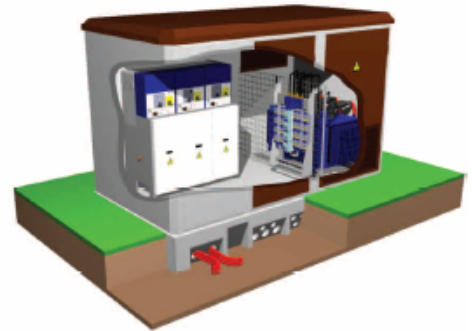
- Aparata de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV y 1000 kVA<sup>(1)</sup> de potencia unitaria.
- Aparata de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio monobloque de hormigón **PFU**.



(1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

### CARACTERÍSTICAS

- **Edificio industrializado para Centro de Transformación:**
  - Capacidad para incorporar diferentes esquemas de distribución de MT.
  - Compuesto de envolvente monobloque (base y paredes) más cubierta amovible.
  - Variedad de acabados superficiales externos.
- **Hasta 2 Transformadores:**
  - Edificio ensayado para transformadores de hasta 36 kV y 1000 kVA.
  - Puerta frontal individual para cada transformador.
  - Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad.
  - Fosos de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, diseñados y dimensionados teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.
  - Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- **Ventilación:**
  - Por circulación natural de aire, clase 10, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador.
  - Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos.
  - Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- **Accesos de peatón:**
  - Puerta/s frontal/es para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
  - Posibilidad de añadir una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.
- **Entrada/salida de cables de MT y BT**
  - A través de orificios semiperforados en la base del edificio (frontal / lateral).
  - Entrada Auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en la pared frontal del edificio.



Simulación y modelización de ventilaciones



## Modelos PFU

## DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

PFU Hasta 24/36 kV					
		PFU-3	PFU-4	PFU-5	PFU-7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura vista	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

Opcional: Cubierta sobreelevada para 36 kV, no aplicable a PFU-7  
(Altura estándar +195 mm)  
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) / 1100 (36 kV) x 2100 mm  
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm  
(\*) Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

## APLICACIONES

## Centros de Transformación Ormazabal

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

en **Generación:**

- Parques eólicos
- Instalaciones fotovoltaicas
- Cogeneraciones
- etc.

en **Distribución:**

- Distribución pública y privada.
- Entornos industriales.
- Grandes infraestructuras: aeropuertos, ferrocarriles, autopistas, puertos, túneles, etc.
- Estaciones Depuradoras de Aguas
- Instalaciones con telemando incorporado.
- Instalaciones con telemedida.
- Posibilidad de Centros de Transformación a prueba de arco interno, clase IAC, mediante acuerdo fabricante-cliente.
- Soluciones prefabricadas según norma UNE-EN 62271-202, montadas de acuerdo a procedimientos controlados y ensayadas en fábrica.
- Asociación con una amplia gama de centros **Ormazabal** para la proyectos urbanísticos y soluciones técnicas: C.T. Prefabricados, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.

## CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS

## CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS TIPO

PFU-3	2L + 1P + 1 Transformador + 1 CBT
PFU-4	3L + 1V + 1 Transformador + 1 CBT
PFU-5	2L + 1S + 1P + 1M + 1 Transf. + 1 CBT
	2L + 2P + 2 Transformadores + 2 CBT
	3L + 2P + 2 Transformadores + 2 CBT
	3L + 1R + 1P + 1M + 1 Transformador + 1 CBT
PFU-7	1L + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2 CBT
	5L + 2P + 2 Transf. + 2 CBT
	3L + 1R + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2 CBT
	3L + 1R + 1V + 1M + 2P + 1 Transf. + 1 CBT

Los PFU admiten telecontrol y telegestión de Ormazabal. Consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Donde: L = Celda / Función de Línea

P = Celda / Función de Protección con Fusibles

V = Celda / Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío

S = Celda / Función de Interruptor Pasante

M = Celda / Función de Medida

CBT = Cuadro de Baja Tensión



PFU-3



PFU-4



PFU-5



PFU-7

→ Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial



## NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (**RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 3275/1982**)
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

## INSTALACIÓN

El edificio **PFU** se suministra totalmente montado de fábrica, lo que conlleva un proceso de instalación simple.

La factibilidad de realizar en fábrica íntegramente la instalación de la aparataje eléctrica disminuye tiempos y ofrece una calidad uniforme.



Nota: Para la realización de la excavación y la instalación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial.  
Es responsabilidad del instalador el cálculo y la realización de la red de tierras exterior



## ADAPTACIÓN AL ENTORNO

**Ormazabal** dispone de diferentes tipos de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves) para los **PFU**, que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.

	RAL 1015		RAL 8017
	RAL 7002		RAL 9002
	RAL 6003		RAL 1001
	RAL 8022		RAL 1006
	RAL 3022		RAL 8023



Nota: Información ampliada en su catálogo correspondiente.







# ORMAZABAL

Especialistas en Media Tensión



**Centros de Transformación  
Prefabricados IEC 62271-202**



**Centros de Transformación Prefabricados Compactos**  
miniBLOK y miniSUB Hasta 36 kV



### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS COMPACTOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO COMPACTO DE SUPERFICIE

**miniBLOK**



#### PRESENTACIÓN

El **miniBLOK** de **Ormazabal** es un **Centro de Transformación Prefabricado Compacto**, tipo kiosco, de instalación en **superficie** y maniobra exterior de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A) de Media Tensión **MB** de **Ormazabal**, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV.

Su cuidado diseño exterior y las reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

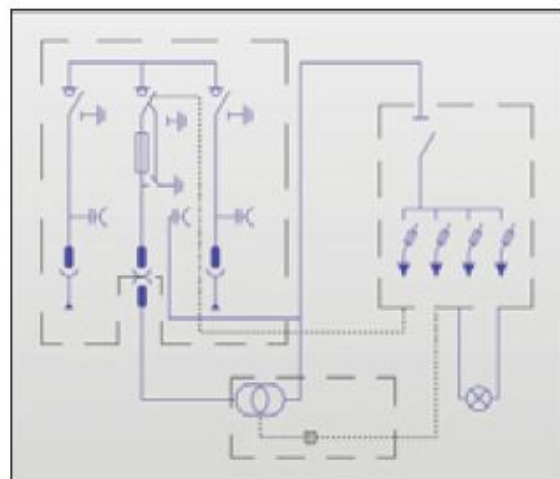
Debido a su fabricación, montaje, equipamiento interior y ensayos realizados íntegramente en fábrica, el **miniBLOK** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centro de Transformación en servicio.



#### NORMAS APLICADAS

- IEC / UNE-EN 62271-202: Aparata de Alta Tensión: Centros de Transformación prefabricados.
- EN 50532\*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- Bajo demanda:
  - Normas particulares de Compañía Eléctrica.
  - Reglamentaciones locales vigentes.

(\*) En desarrollo en el momento de la edición del presente catálogo







## COMPOSICIÓN



## CARACTERÍSTICAS

Los **Centros de Transformación Prefabricados Compactos miniBLOK** presentan la siguiente configuración máxima:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Aparata de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **CGMCOSMOS-2LP** hasta 24 kV o **CGM.3-2LP** hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
  - Unidades de protección, control y medida (telemando, teled medida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
  - Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 ó 630 kVA
  - Aparata de BT: cuadro de Baja Tensión con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
  - Interconexiones directas de MT y BT.
  - Bastidor autoportante.
  - Conexión de circuito de puesta a tierra.
  - Alumbrado y servicios auxiliares.
- Envolvente monobloque de hormigón armado más cubierta amovible.
- Opcional: Plataforma aislante de maniobra.



Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

El **miniBLOK** se caracteriza por disponer de:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Modelos de 24 y 36 kV.
  - Montaje íntegro en fábrica.
  - Ensayos realizados al MB como equipo individual y como conjunto en el miniBLOK.
  - Reducido tamaño y versatilidad.
  - Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV.
  - Sustitución del equipo de forma rápida y sencilla.
- Envolvente prefabricada de hormigón:
  - Reducidas dimensiones: idóneo para espacios limitados.
  - Baja altura: escaso impacto visual.
  - Cuerpo de construcción monobloque con cubierta amovible.
  - Foso interior de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, como medio de protección contra la contaminación del suelo.
  - Elementos de protección cortafuegos: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación:
  - Por circulación natural de aire, clase 10, a través de dos rejillas de entrada instaladas en las paredes de la envolvente y una salida perimetral superior.
  - Herramientas de mejora utilizadas:
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores **Ormazabal**, para la optimización de la vida útil de los mismos.
- Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón:
  - Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Entrada/salida de cables de MT y BT:
  - A través de orificios semiperforados en la base del edificio.
  - Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en lateral de la envolvente. Permite la entrada de cables provenientes de un grupo electrógeno, para alimentar a través del cuadro de baja tensión a clientes en situaciones de incidencia.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	miniBLOK 24	miniBLOK 36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	50
Arco Interno (clase IAC)	16 kA / 0,5 s	16 kA / 0,5 s
<b>Transformador</b>		
Potencia [kVA]	250 / 400 / 630	250 / 400 / 630
<b>Aparatura MT</b>		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	400/630
En Derivación	400/630(L) 200(P)	400/630(L) 200(P)
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	16 / 20
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV]CRESTA	125 / 145	170 / 195
<b>Cuadro Baja Tensión</b>		
Tensión asignada [V]	440	440
Intensidad asignada [A]	1000	1000
Intensidad asignada[A]/ n°salidas	400 / 4	400 / 4

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	miniBLOK 24	miniBLOK 36
Ancho [mm]	2100	2100
Fondo [mm]	2100	2100
Alto [mm]	2240	2240
Alto visto [mm]	1600	1600
Peso máximo* [kg]	7400	7550

(\*) con transformador de 630 kVA y sin telemando

Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



## INSTALACIÓN

El **miniBLOK** se suministra totalmente montado desde fábrica, con lo que el proceso de instalación se reduce únicamente a la colocación del edificio en la excavación, y a la posterior conexión de los cables de MT y BT.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, así como su carácter recuperable, facilitan su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en usos temporales.

Nota: Para la realización de la excavación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial. Es obligatoria la realización, por parte del instalador, del proyecto que contemple el estudio del sistema de puesta a tierra.

